His, Wm.

WILHELM HIS,

MITGLIED DER KÖNIGL. SÄCHS. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.

DIE ENTWICKELUNG

DES

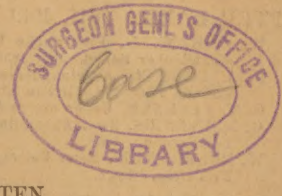
MENSCHLICHEN RAUTENHIRNS

VOM ENDE DES ERSTEN BIS ZUM BEGINN DES DRITTEN MONATS.

I. VERLÄNGERTES MARK.

Des XVII. Bandes der Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften

Nº I.



MIT 4 TAFELN UND 18 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG

BEI S. HIRZEL.

1891.

Einzelpreis: *M.* 4.—.

ABHANDLUNGEN
DER KÖNIGL. SÄCHS. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU LEIPZIG.

MATHEMATISCH-PHYSISCHE CLASSE.

ERSTER BAND. (I. Bd.) *) Mit 3 Tafeln. hoch 4. 1852. brosch. Preis 13 ℳ 60 ₰.

A. F. MÖBIUS, Ueber die Grundformen der Linien der dritten Ordnung. Mit 1 Tafel. 1849. 2 ℳ 40 ₰.
P. A. HANSEN, Auflösung eines beliebigen Systems von linearischen Gleichungen. — Ueber die Entwickelung der Grösse $(1-2\alpha H+\alpha^2)^{-\frac{1}{2}}$ nach den Potenzen von α. 1849. 1 ℳ 20 ₰.
A. SEEBECK, Ueber die Querschwingungen elastischer Stäbe. 1849. 1 ℳ.
C. F. NAUMANN, Ueber die cyclocentrische Conchospirale u. über das Windungsgesetz v. Planorbis Corneus. 1849. 1 ℳ.
W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen (Widerstandsmessungen). 1851. 3 ℳ.
F. REICH, Neue Versuche mit der Drehwaage. 1852. 2 ℳ.
M. W. DROBISCH, Zusätze zum Florentiner Problem. Mit 1 Tafel. 1852. 1 ℳ 60 ₰.
W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen (Diamagnetismus). Mit 1 Tafel. 1852. 2 ℳ.

ZWEITER BAND. (IV. Bd.) Mit 19 Tafeln. hoch 4. 1855. brosch. Preis 20 ℳ.

M. W. DROBISCH, Ueber musikalische Tonbestimmung und Temperatur. Mit 1 Tafel. 1852. 3 ℳ.
W. HOFMEISTER, Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen. I. Mit 18 Tafeln. 1852. 4 ℳ.
P. A. HANSEN, Entwickelung des Products einer Potenz des Radius Vectors mit dem Sinus oder Cosinus eines Vielfachen der wahren Anomalie in Reihen, die nach den Sinussen oder Cosinussen der Vielfachen der wahren, excentrischen oder mittleren Anomalie fortschreiten. 1853. 3 ℳ.
—— Entwickelung der negativen und ungraden Potenzen der Quadratwurzel der Function $r^2 + r'^2 - 2rr'(\cos U \cos U' + \sin U \sin U' \cos J)$. 1854. 3 ℳ.
O. SCHLÖMILCH, Ueber die Bestimmung der Massen und der Trägheitsmomente symmetrischer Rotationskörper von ungleichförmiger Dichtigkeit. 1854. 80 ₰.
—— Ueber einige allgemeine Reihenentwickelungen u. deren Anwend. auf die ellipt. Functionen. 1854. 1 ℳ 60 ₰.
P. A. HANSEN, Die Theorie des Aequatoreals. 1855. 2 ℳ 40 ₰.
C. F. NAUMANN, Ueber die Rationalität der Tangenten-Verhältnisse tautozonaler Krystallflächen. 1855. 1 ℳ.
A. F. MÖBIUS, Die Theorie der Kreisverwandtschaft in rein geometrischer Darstellung. 1855. 2 ℳ.

DRITTER BAND. (V. Bd.) Mit 15 Tafeln. hoch 4. 1857. brosch. Preis 19 ℳ 20 ₰.

M. W. DROBISCH, Nachträge zur Theorie der musik. Tonverhältnisse. 1855. 1 ℳ 20 ₰.
P. A. HANSEN, Auseinandersetzung einer zweckmässigen Methode zur Berechnung der absoluten Störungen der kleinen Planeten. Erste Abhandlung. 1856. 5 ℳ.
R. KOHLRAUSCH und W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen, insbesondere Zurückführung der Stromintensitäts-Messungen auf mechanisches Maass. Zweiter Abdruck. 1889. 1 ℳ 60 ₰.
H. D'ARREST, Resultate aus Beobachtungen der Nebelflecken und Sternhaufen. Erste Reihe. 1856. 2 ℳ 40 ₰.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Erste Abhandlung: Ueber die Messung der atmosphärischen Elektricität nach absolutem Maasse. Mit 2 Tafeln. 1856. 6 ℳ.
W. HOFMEISTER, Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen. II. Mit 13 Tafeln. 1857. 4 ℳ.

VIERTER BAND. (VI. Bd.) Mit 29 Tafeln. hoch 4. 1859. brosch. Preis 22 ℳ 50 ₰.

P. A. HANSEN, Auseinandersetzung einer zweckmässigen Methode zur Berechnung der absoluten Störungen der kleinen Planeten. Zweite Abhandlung. 1857. 4 ℳ.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Zweite Abhandlung: Ueber die thermo-elektrischen Eigenschaften des Boracites. 1857. 2 ℳ 40 ₰.
—— Elektr. Untersuch. Dritte Abhandl.: Ueber Elektricitätserregung zwischen Metallen u. erhitzten Salzen. 1858. 1 ℳ 60 ₰.
P. A. HANSEN, Theorie der Sonnenfinsternisse und verwandten Erscheinungen. Mit 2 Tafeln. 1858. 6 ℳ.
G. T. FECHNER, Ueber ein wichtiges psychophysisches Grundgesetz und dessen Beziehung zur Schätzung der Sterngrössen. 1858. 2 ℳ.
W. HOFMEISTER, Neue Beiträge zur Kenntniss der Embryobildung der Phanerogamen. I. Dikotyledonen mit ursprünglich einzelligem, nur durch Zellentheilung wachsendem Endosperm. Mit 27 Tafeln. 1859. 8 ℳ.

FÜNFTER BAND. (VII. Bd.) Mit 30 Tafeln. hoch 4. 1861. brosch. Preis 24 ℳ.

W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Vierte Abhandlung: Ueber das Verhalten der Weingeistflamme in elektrischer Beziehung. 1859. 2 ℳ.
P. A. HANSEN, Auseinandersetzung einer zweckmässigen Methode zur Berechnung der absoluten Störungen der kleinen Planeten. Dritte Abhandlung. 1859. 7 ℳ 20 ₰.
G. T. FECHNER, Ueber einige Verhältnisse des binocularen Sehens. 1860. 5 ℳ 60 ₰.
G. METTENIUS, Zwei Abhandlungen: I. Beiträge zur Anatomie der Cycadeen. Mit 5 Tafeln. II. Ueber Seitenknospen bei Farnen. 1860. 3 ℳ.
W. HOFMEISTER, Neue Beiträge zur Kenntniss der Embryobildung der Phanerogamen. II. Monokotyledonen. Mit 25 Tafeln. 1861. 8 ℳ.

SECHSTER BAND. (IX. Bd.) Mit 10 Tafeln. hoch 4. 1864. brosch. Preis 19 ℳ 20 ₰.

W. G. HANKEL, Elektr. Untersuchungen. 5. Abhandl.: Maassbestimmungen d. elektromotor. Kräfte. 1. Th. 1861. 1 ℳ 60 ₰.
—— Messungen über die Absorption der chemischen Strahlen des Sonnenlichtes. 1862. 1 ℳ 20 ₰.
P. A. HANSEN, Darlegung der theoretischen Berechnung der in den Mondtafeln angewandten Störungen. Erste Abhandlung. 1862. 9 ℳ.
G. METTENIUS, Ueber den Bau von Angiopteris. Mit 10 Tafeln. 1863. 4 ℳ 40 ₰.
W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen, insbesondere über elektrische Schwingungen. 1864. 3 ℳ.

SIEBENTER BAND. (XI. Bd.) Mit 5 Tafeln. hoch 4. 1865. brosch. 17 ℳ.

P. A. HANSEN, Darlegung der theoretischen Berechnung der in den Mondtafeln angewandten Störungen. Zweite Abhandlung. 1864. 9 ℳ.
G. METTENIUS, Ueber die Hymenophyllaceae. Mit 5 Tafeln. 1864. 3 ℳ 60 ₰.
P. A. HANSEN, Relationen einestheils zwischen Summen und Differenzen und anderntheils zwischen Integralen und Differentialen. 1865. 2 ℳ.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Sechste Abhandlung: Maassbestimmungen der elektromotorischen Kräfte. Zweiter Theil. 1865. 2 ℳ 80 ₰.

ACHTER BAND. (XIII. Bd.) Mit 3 Tafeln. hoch 4. 1868. brosch. Preis 24 ℳ.

P. A. HANSEN, Geodätische Untersuchungen. 1865. 5 ℳ 60 ₰.
—— Bestimmung des Längenunterschiedes zwischen den Sternwarten zu Gotha und Leipzig, unter seiner Mitwirkung ausgeführt von Dr. Auwers und Prof. Bruhns im April des Jahres 1865. Mit 1 Figurentafel. 1866. 2 ℳ 80 ₰.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Siebente Abhandlung: Ueber die thermoelektrischen Eigenschaften des Bergkrystalles. Mit 2 Tafeln. 1866. 2 ℳ 40 ₰.
P. A. HANSEN, Tafeln der Egeria mit Zugrundelegung der in den Abhandlungen der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig veröffentlichten Störungen dieses Planeten berechnet und mit einleitenden Aufsätzen versehen. 1867. 6 ℳ 80 ₰.
—— Von der Methode der kleinsten Quadrate im Allgemeinen und in ihrer Anwendung auf die Geodäsie. 1867. 6 ℳ.

---

*) Die eingeklammerten römischen Ziffern geben die Zahl des Bandes in der Reihenfolge der Abhandlungen beider Classen an.

DIE ENTWICKELUNG

DES

MENSCHLICHEN RAUTENHIRNS

VOM ENDE DES ERSTEN BIS ZUM BEGINN DES DRITTEN MONATS

VON

WILHELM HIS,

MITGLIED DER KÖNIGL. SÄCHS. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.

I. VERLÄNGERTES MARK.

Des XVII. Bandes der Abbhandlungen der mathemathisch-physischen Classe der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften

Nº I.

MIT IV TAFELN UND XVIII HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG

BEI S. HIRZEL

1890.

Vorgetragen in der Sitzung vom 3. März 1890.
Das Manuscript eingeliefert am 26. October 1890.
Der Druck beendet am 20. December 1890.

DIE ENTWICKELUNG

DES

MENSCHLICHEN RAUTENHIRNS

VOM ENDE DES ERSTEN BIS ZUM BEGINN DES
DRITTEN MONATS

VON

WILHELM HIS.

I. VERLÄNGERTES MARK.

MIT IV TAFELN UND XVIII HOLZSCHNITTEN.

Der im vorigen Jahr publicirten Arbeit über die Formentwickelung des menschlichen Vorderhirns lasse ich hier einen Theil meiner Untersuchungen über die Entwickelung des Rautenhirns folgen. Auch diesmal war die Verfolgung der Formentwickelung das nächste Ziel, allein ich habe mich bald überzeugt, dass es beim Rautenhirn weit mehr als beim Vorderhirn nöthig ist, schon behufs äusseren Formverständnisses auf die Vorgänge Rücksicht zu nehmen, welche in der Dicke der Wand ablaufen, und dass man der histologischen Betrachtung von Durchschnitten einen ausgiebigen Raum zu gönnen hat. Der Schlüssel zum Verständniss der Rautenhirnentwickelung und des Rautenhirnbaues liegt in dem Princip enthalten, wonach die Nervenzellen und die Nervenbündel von bestimmten Ausgangspunkten aus sich ausbreiten. Die zuerst vorhandenen Complexe werden von später kommenden überlagert oder durchwachsen, und das relative Alter eines Theiles bestimmt zugleich dessen Lage zu den übrigen. Schon die bahnbrechenden Arbeiten von P. Flechsig über die Centralorgane des älteren Fötus haben darauf geführt, die Zeit als einen für das Verständniss des Markbaues bedeutsamen Factor zu erkennen, und ich habe mich meinerseits immer mehr von der Nothwendigkeit überzeugt, dem zeitlichen Ineinandergreifen der Entwickelungsvorgänge ein Hauptaugenmerk zuzuwenden.

Ich bin mir der Lückenhaftigkeit meines Materiales und meiner Beobachtungen viel zu sehr bewusst, um auch nur von Weitem den Anspruch auf eine abschliessende Arbeit erheben zu dürfen. Schon die Zahl der von mir benützten gut erhaltenen Embryonen ist eine bescheidene. Nun genügt es aber nicht, einzelne Repräsentanten der verschiedenen Altersstufen in mehr oder minder guten Schnittreihen zu besitzen. Die Schnittrichtung, welche für die eine Strecke

1*

des Medullarrohres günstig ist, ist es nicht mehr für die darüber oder darunter liegenden Abschnitte, denn wenn die Schnitte das Rohr an einer Stelle senkrecht zur Axe treffen, so müssen sie naturgemäss andere Stellen schräg oder der Länge nach streifen. Für eine jede Entwickelungsstufe sollte man daher Reihen von sehr verschiedener Schnittrichtung haben. Bei der Mannigfaltigkeit der zu prüfenden Fragen sollten aber auch Härtungs- und Färbungsweisen, sowie die Schnittdicken vielfach variirt werden, und so wird wohl noch manches Jahr verfliessen, bis sich, sei es in meinen oder in anderen Händen, ein Material beisammen finden wird, das man als ausreichend bezeichnen darf. Mein diesmaliger Aufsatz schliesst mit dem Beginn des 3. Monats ab, obwohl gerade die nachfolgende Zeit sehr belangreich ist, auch habe ich es unterlassen, vergleichend embryologisches Material in die Besprechung mit aufzunehmen. An bezügliche Beobachtungen in der einen und anderen Richtung fehlt es mir nicht, allein ich ziehe es vor, das Gebiet zu beschränken, und die Hereinziehung neuen Materiales in die Discussion der an und für sich verwickelten Fragen auf später zu versparen. Und so kann dieser Aufsatz mehr nur ein Arbeitsprogramm, als eine durchgeführte Arbeit darstellen, und Manches von dem, was hier blos angedeutet werden konnte, wird später Gegenstand monographischer Durchforschung sein müssen.

Eintheilung des Rautenhirns.

Die Bezeichnung Rautenhirn habe ich deshalb eingeführt[1]), weil das Bedürfnis nach einem zusammenfassenden Wort besteht für die Gesammtheit der Theile, welche die Rautengrube umgeben, für das verlängerte Mark, die Brücke, das Kleinhirn und den Isthmus. Das embryonale Rautenhirn zeichnet sich vor den darüber und den darunter liegenden Strecken des Medullarrohres durch das starke Auseinanderweichen seiner dorsalen Ränder aus. Seine Rückseite zeigt demnach eine, schon bei äusserer Betrachtung auffallende, scheinbare Oeffnung von rautenförmiger Gestalt, das Rautenfeld. Dasselbe beginnt mit einer zugeschärften Spitze an der Nackenbeuge, es

1) No. 1, S. 6.

verbreitert sich von unten nach oben hin und erreicht seine grösste quere Ausdehnung an der Stelle der Brückenkrümmung; dann verjüngt es sich wieder rasch und läuft mit einer oberen Spitze an der Decke des Isthmus aus. Diese Oeffnung des Rautenhirns ist nur eine scheinbare, weil eine dünne epitheliale Deckplatte die auseinanderweichenden Enden des eigentlichen Nervenrohres verbindet.

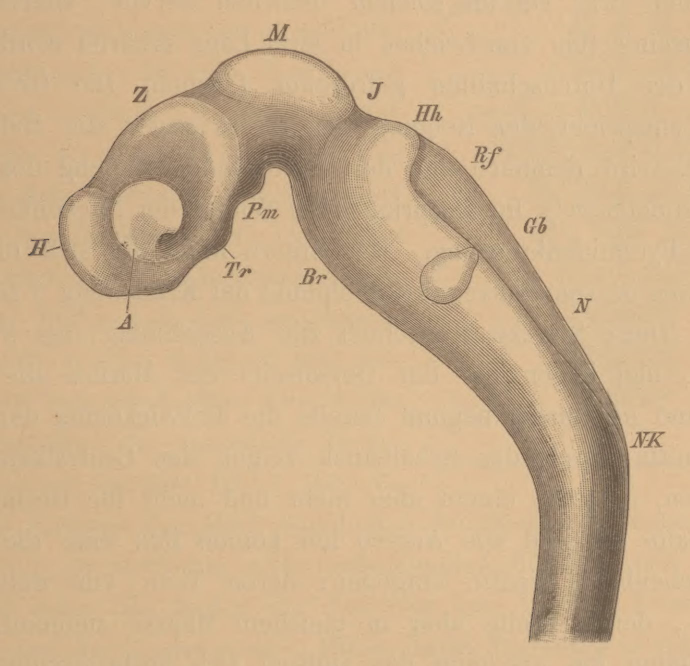


Fig. 1.

Gehirn vom Embryo *Lg*, Profil-Construction. Vergr. 35. *A* Augenblase, *H* Hemisphärenhirn, *Z* Zwischenhirn, *M* Mittelhirn, *I* Isthmus. *Hh* Hinterhirn, *N* Nachhirn, *Gb* Gehörblase, *Rf* Rautenfeld, *NK* Nackenkrümmung, *Br* Brückenkrümmung, *Pm* Processus mammillaris, *Tr* Trichterfortsatz.

Die untere Gränze des Rautenhirns wird durch die Nackenkrümmung bestimmt, die obere durch eine zwischen Mittelhirn und Isthmus befindliche Furche. Nach dem Verhalten der Wandung lässt sich dasselbe in fünf auf einander folgende Bezirke theilen. Von unten herauf gerechnet, sind dies:

1) die an das Rückenmark stossende Anfangsstrecke, oder das Schaltstück,
2) der Bezirk des Calamus scriptorius,
3) der Bezirk der Rautenbreite,
4) der Bezirk von Kleinhirn und Brücke,
5) der Isthmus.

Diese fünf Bezirke sind auch am ausgebildeten Gehirn auseinander zu halten und mögen zunächst für dieses charakterisirt werden, ehe wir an deren embryologische Betrachtung gehen.

Als Ort des Gehirnanfangs ist auch beim Erwachsenen die Nackenkrümmung zu bezeichnen. Allerdings pflegt sie sich bei der üblichen Art der Gehirnherausnahme zu verwischen, aber mit Bestimmtheit tritt sie an solchen Gehirnen hervor, welche durch Chromsäureinjection von Leichen in ihrer Lage erhärtet worden sind, und an den Durchschnitten gefrorener Leichen. Die Grösse des Winkels entspricht der Neigung des Clivus gegen die Halswirbelsäule und wird demnach mit der wechselnden Hebung des Kopfes ab- und zunehmen[1]). Im einspringenden Winkel der Nackenkrümmung liegt die Pyramidenkreuzung. Der untere Rand der sich öffnenden Rautengrube ist vom convexen Gipfelpunkt der Krümmung 7 bis 8 mm entfernt. Diese Strecke bezeichnet die Ausdehnung des Schaltstückes, hier liegen auf der Dorsalseite des Markes die beiden Clavae, und im Innern beginnt bereits die Entwickelung der Oliven. Durchschnitte durch das Schaltstück zeigen den Centralkanal noch geschlossen, derselbe nimmt aber mehr und mehr die Gestalt einer Sagittalspalte an, und von Aussen her kommt ihm eine die beiden Clavae scheidende Spalte entgegen, deren Tiefe von unten nach oben ab-, deren Breite aber in gleichem Maasse zunimmt. Nach beiden Seiten hin erscheint das conisch sich verbreiternde Schaltstück durch einen einspringenden stumpfen Winkel vom Halsmark abgesetzt. Dem Schaltstück gehört das Tuberculum Rolandi an[2]).

Die Rautengrube zerfällt bekanntlich in zwei Hauptabschnitte, von denen der medullare Theil von unten nach oben an Breite zunimmt, während der cerebrale Abschnitt in der Richtung nach dem

---

1) An dem in Spiritus aufgehobenen Mark einer mit Chromsäure injicirten weiblichen Leiche beträgt der Winkel zwischen Rückenmark und verlängertem Mark 130°. An den Figuren der beiden ersten Tafeln von Braune's Atlas der topogr. Anat. (No. 2) misst derselbe Winkel gegen 150°, in Waldeyer's Durchschnitt einer Hochschwangeren ca. 135° (No. 3). An den beiden von Braune abgebildeten Leichen hängt der Kopf hinten über, woraus die verminderte Krümmung der Markaxe ohne Weiteres verständlich wird. Beim Erwachsenen fällt die Nackenkrümmung des Markes in die Höhe des Atlas. Beim Embryo liegt sie, wie ein Blick auf die Tafel I dieses Aufsatzes zeigt, noch sehr viel höher.

2) Schwalbe, No. 4, S. 413.

Mittelhirn hin sich verjüngt. Der untere Abschnitt liegt noch über dem verlängerten Mark, der obere über der Brücke. Jenen bezeichne ich in seiner Gesammtheit als Calamusgebiet[1]), dieser umfasst den Brückentheil und den Isthmus. Auf der Gränze beider Abschnitte liegt eine schmale Querzone, welche in zwei tiefe, ventralwärts reichende seitliche Verlängerungen, die sog. Recessus laterales ausläuft. Es ist dies der Bezirk der Rautenbreite. Der Zugang zu den Recessus laterales führt um den sog. Nacken des C. restiforme herum, und seine Vorderwand erhebt sich vom Boden aus steil ansteigend. Dabei wird er vom Brücken- und insbesondere vom Flockenstiel überwölbt, welch letzterer die eigentliche Decke des Recessus lateralis bildet. Der N. cochleae erreicht das Mark unmittelbar hinter dem Recessus lateralis, von seinen fächerförmig sich ausbreitenden Bündeln tritt weiterhin ein Theil unter den Boden des Recessus und, darüber hinaus, in den Brückentheil der Rautengrube. Die in ihrem Verhalten so wechselnden

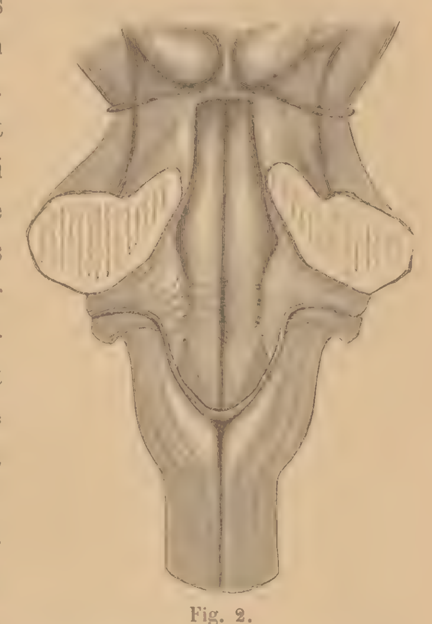


Fig. 2.
Rautengrube des Erwachsenen. Vergr. 1¼.

1) Ich bezeichne hier als Calamusgebiet die gesammte von divergirenden Rändern eingefasste Strecke der Rautengrube. Bei früherem Anlass (No. 1, S. 354) hatte ich den Begriff etwas knapper gefasst, und auch diesmal bin ich im Zweifel darüber gewesen, welche Begriffsfassung die historisch berechtigte ist. Es ist nämlich nicht leicht aus der Litteratur darüber ins Klare zu kommen, welche obere Gränze die verschiedenen Autoren für den Calamus annehmen. Meistens wird nur im Allgemeinen angegeben, dass das untere sich zuspitzende Ende der Rautengrube den Namen der Schreibfeder trage. Bei Haller (Elem. Physiol. IV. 78) findet sich die Angabe, dass die in den N. acusticus übergehenden Striae medullares aus dem Calamus kommen, was für eine der obigen ähnliche, weitere Fassung des Begriffes spricht. Die unterste Region finde ich bei Burdach als Schreibfederschnabel bezeichnet (Bau und Leben des Gehirns II, S. 76); dieser Anatom sagt nämlich, dass »der Anfang der Rautengrube die Gestalt des Schnabels einer Schreibfeder besitze, indem die Seitenränder von der Spitze aus in einem kleinen Bogen nach oben und aussen verlaufen, dessen Wölbung nach innen gekehrt ist«.

Striae medullares greifen zum Theil in das Gebiet der Rautenbreite ein, zum Theil verlaufen sie an dessen unterer Gränze.

Längs des Calamusgebietes wird die Rautengrube von divergirenden Rändern begränzt. Diese bilden jederseits eine gebrochene Linie, die unteren Randhälften convergiren rascher, d. h. unter einem minder spitzen Winkel, als die oberen. Es handelt sich hierbei, wie später gezeigt werden soll, um einen durchgreifenden, schon in frühester Zeit auftretenden Gegensatz. Die beiden Hälften des Calamusgebietes sind wohl am Einfachsten nach den in sie eintretenden Hauptnerven als Vagustheil und als Acusticustheil zu bezeichnen. Beide Bezeichnungen passen allerdings nur für das Eintrittsgebiet der betreffenden Nerven, sowohl Vagus als Acusticus überschreiten ja den Calamusbezirk auf weitere Strecken hinaus.

Das dreieckige Feld des Hypoglossuskerns erstreckt sich, vom untern Ende des Vagustheiles beginnend, bis hoch in den Acusticustheil hinauf. Seine untere Hälfte wird von der grubenförmig vertieften Ala cinerea eingefasst, während die obere unmittelbar an das Tuberculum acusticum anstösst. Die Striae medullares umgreifen das obere Ende des Hypoglossusfeldes und senken sich in den Grund der medianen Längsfurche.

Der oberhalb der Breite liegende Theil der Rautengrube zerfällt in den Brückentheil und in den Isthmus[1]). Jener umfasst die Strecke, welche seitlich von den Brückenstielen begränzt ist, die

1) In der Hirnanatomie ist die Bezeichnung »Isthmus« nicht neu, sie findet sich, wenn auch keineswegs viel gebraucht, bei mehreren älteren Anatomen als Ausdruck für das Verbindungsstück zwischen Kleinhirn und Grosshirn. Bei Haller liest man hierüber (Elem. Physiol. IV, S. 63): »Medullaris columna inter cerebrum et cerebellum posita, Isthmi nomine quibusdam claris vivis venit«, und einige Seiten später heisst es, dass die processus cerebelli ad testes (Bindearme) den Isthmus bilden helfen. Ridley scheint den Namen zuerst gebraucht zu haben (Anatomy of the brain, London 1695, S. 126), indessen drückt er sich in seinen Schilderungen nicht allzuklar aus. Er sagt nämlich von den Vierhügeln, dass sie oberhalb des Raumes liegen zwischen Cerebrum und Cerebellum »which space was before called Isthmus«. Die Stelle dieses »before« habe ich nicht finden können. Burdach (Bau und Leben des Gehirns II, S. 322) führt den Namen ausdrücklich auf Ridley zurück. »Ridley, sagt er, beschreibt zuerst die Haube unter den Namen Isthmus, als den Theil der Medulla oblongata, der zwischen dem grossen und dem kleinen Hirn sich findet und an welchem die Vierhügel liegen.« Ebenso Cruveilhier (Traité d'Anatomie 4. Edition, Vol. III, p. 386): »On appelle quelques

Seitenwand des Isthmus wird von den Bindearmen und der Schleife gebildet. Bei der schrägen Anordnung der Brückenfaserung ruht der Isthmus zum Theil noch auf dem oberen Brückenabschnitte auf, allein wie sich bei der Betrachtung von Medianschnitten ergiebt, so ist die Verbindung beider Bildungen keine so weitgehende, als es äusserlich den Anschein hat. Die Eminentiae teretes setzen sich, in der Verlängerung der Hypoglossusleisten verlaufend, bis in den Aquaeduct herein fort. Im Isthmus liegen jenseits von den sie umfassenden Seitenfurchen unmittelbar die Bindearme. Im Brückentheil weitet sich aber die Furche zu einer breiteren Grube mit lateralwärts gekehrter stumpfer Spitze, der Fovea anterior aus. Diese Spitze der Grube erscheint als deren tiefster Theil.

Eine besondere Beachtung verdient das Tuberculum acusticum. Mit diesem Namen bezeichnete Schwalbe[1]) eine langgezogene Anschwellung des Rautengrubenbodens, welche, vom lateralen Winkel des letztern ausgehend, medialwärts durch einen gebogenen Saum begränzt erscheint. Diese Anschwellung nimmt die fächerförmig sich ausbreitenden Fasern des Schneckennerven auf. Ihr am meisten medianwärts vorgeschobener mittlerer Theil erreicht die Eminentia teres und schiebt sich sogar etwas über deren Rand hinweg. Die beiden Endabschnitte spitzen sich zu, der obere läuft lateralwärts von der Fovea superior, der untere lateralwärts von der Ala cinerea aus. Die untere Spitze erscheint vermöge ihrer Ueberkreuzung durch die Striae medullares als ein selbstständiges Dreieck, das s. Z. von Stilling für den Glossopharyngeuskern gehalten worden ist. Dem Gesagten zufolge beschränkt sich das Tuberculum acusticum nicht auf einen einzelnen der oben unterschiedenen Medullarbezirke, sein unte-

---

fois isthme de l'encéphale, avec Ridley, cette portion rétréçie et comme étranglée de la masse encéphalique, qui est intermédiaire au cerveau, au cervelet et à la moëlle, et qui comprend la protubérance, les pedoncules cérébelleux, les tubercules quadrijumeaux, les pedoncules cérébelleux moyens et la valvule de Vieussens.« Bei der hier gegebenen Definition kommen zu dem von mir am Embryonalhirne als Isthmus unterschiedenen Theile einerseits noch das Mittelhirn, andererseits die Brücke hinzu, Theile die mit einander keine embryologische Einheit bilden. In dem weiteren Sinne von Cruveillher gebrauchen auch andere französische Anatomen das Wort Isthmus, so u. A. Sappey, welcher dem Isthmus cerebri in seinem Lehrbuche ein eigenes Capitel widmet (Traité d'Anatomie Ed. 3. Vol. III, p. 125).

1) Schwalbe No. 4. S. 420.

res Ende reicht in den Calamustheil, das obere in den Brückentheil, das Mittelstück gehört in den Bezirk der Rautenbreite.

Die fünf für den Erwachsenen beschriebenen Abschnitte des Rautenhirns scheiden sich beim Embryo grösstentheils in noch weit schärferer Weise von einander. Nur das Schaltstück macht hiervon eine Ausnahme, insofern es beim Embryo vom Calamustheil noch nicht gesondert erscheint. Die Oeffnung der Rautengrube erstreckt sich nämlich bei Embryonen des 1. und 2. Monats bis zur Höhe des Nackenhöckers und sie läuft hier spitz aus. Am ausgebildeten Gehirn erscheint aber das hintere Ende des Calamus gerundet und vom Obex überbrückt. Die Spitze des Rautenfeldes hat somit im Laufe der Entwickelung eine Verschiebung nach oben und eine gleichzeitige Abrundung erfahren. Beide Veränderungen erklären sich dadurch, dass es im Bereich des Schaltstückes zu einem secundären Zusammentreten der ursprünglich klaffenden Ränder der Rautengrube und im Grunde der Spalte sogar zu einer Verwachsung der sich begegnenden Seitenwände kommt. Soweit diese Verwachsung erfolgt, scheidet sich, unter Aufhebung einer ursprünglichen Verbindung, die Ventrikelspalte von einem äusseren, zwischen die Clavae sich einsenkenden Schlitz. An Schnittreihen fötaler Gehirne vom 5. oder 6. Monat lässt sich die Begegnung der Spaltenränder und ihre theilweise Verwachsung sehr übersichtlich verfolgen. Das Schaltstück des Rautenhirns von Erwachsenen umfasst somit den Theil des Markes, in dessen Bereich es zu einer secundären Deckenbildung der Rautengrube gekommen ist. Ursprünglich theilte dieses Stück die Eigenschaften des Calamusgebietes und insbesondere war es auch in ihm zur Bildung einer Rautenlippe gekommen. Dadurch wird es aber verständlich, dass sich die Olive bis in das Schaltstück des verlängerten Markes herab erstreckt, denn die Rautenlippe ist, wie unten gezeigt werden soll, der Ausgangspunkt der Olivenbildung.



Fig. 3.
Dorsalansicht des Rautenhirns vom Embryo *Ru* (ca. 1 Monat alt). Direct nach der Natur.

Ausnehmend früh gliedert sich der Calamustheil des Markes in einen untern Abschnitt mit rascher divergirenden und in einen oberen mit minder rasch divergirenden Seitenwandungen. Dies Verhalten

ist um so bemerkenswerther, als jenseits von der oberen Calamushälfte das Rohr rasch seine maximale Breite erreicht, der gegenüber sich jene beinahe wie eingeschnürt ausnimmt. Dieselbe Gliederung findet sich bei allen Wirbelthierhirnen bis zu den Selachiern und Knochenfischen herab, und gerade bei den letztern ist sie in besonderem Maasse ausgesprochen. Der Grund für die relative Einschnürung der oberen Calamushälfte liegt in den dem Gehirn hier anliegenden Gehörblasen. Durch diese Organe wird die freie seitliche Ausbreitung der Röhrenwände eingeschränkt, wie dies ein Blick auf beistehenden Holzschnitt ohne Weiteres klar machen kann.



Fig. 4.
Querschnitt durch das Rautenhirn und die Gehörblasen eines Forellenembryo von 7 mm Länge. Vergr. 100.

Das durch seinen maximalen Querdurchmesser sich charakterisirende Stück der **Rautenbreite** tritt am schärfsten bei Embryonen aus der 1. Hälfte des 2. Monats hervor. Bei Embryonen von 4 bis 5 Wochen hat es eine Länge von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ mm und ist von annähernd parallelen, der ventralen Profillinie gleichläufigen Rändern eingefasst. Im Profil gesehen setzt es sich zu der Zeit vom Calamusgebiet durch einen stumpfen, vom Kleinhirn durch einen spitzen Winkel ab[1]. Gegen Ende der 5. Woche nähert sich dieser Winkel einem rechten. Später, und zwar noch vor Schluss des 2. Monats, nimmt der vordere Winkel zu, der hintere ab, und das Gebiet der

1) Man vergl. hierfür die Profilbilder meiner Anatomie menschl. Embryonen Taf. XIII, Fig. 5, 6 und 7 und Taf. XIV, Fig. 1, 3, 4 und 5.

Rautenbreite rückt theilweise unter das Cerebellum. Damit nimmt es die Lage an, welche die aus ihm hervorgehenden Recessus laterales zeitlebens innehaben.

Zwischen Brücken- und hinterer Scheitelkrümmung liegt jener Abschnitt des Rautenhirns, aus dessen dorsaler Hälfte das Cerebellum, aus dessen ventraler die Brücke hervorgeht, oder das Hinterhirn im engern Sinn. Das Hinterhirn ist, als Ganzes betrachtet, ein kurzes, kegelförmig sich verjüngendes Rohr, dessen unteres Ende den Ort grösster, dessen oberes Ende denjenigen geringster Breite berührt (Fig. 3). Der scheitelwärts schräg ansteigende Boden des Hinterhirns ist der Sattelspalte zugekehrt. Die stark convergirenden dorsalen Ränder begränzen die obere Hälfte des Rautenfeldes. Infolge der starken Verjüngung des Hinterhirns sind dessen Seitenflächen zugleich nach oben, dem Mittelhirn zugekehrt, und durch eine tief einspringende Furche setzen sie sich von denen des Isthmus ab. Der Boden des Hinterhirns und seine die Deckplatte berührenden dorsalen Ränder verlaufen nicht parallel zu einander. Diese sind viel steiler aufgerichtet als jener, es ist demnach auch nicht möglich, Schnitte durch das Hinterhirn zu legen, welche dasselbe in seiner ganzen Breite rechtwinklig schneiden; wird der Boden rechtwinklig zu seiner Axe getroffen, so sind die Ränder schräg geschnitten und umgekehrt.

Der Isthmus des embryonalen Gehirns erscheint als ein kurzer, enger und seitlich etwas abgeplatteter Röhrenabschnitt; aus dem Hinterhirn entwickelt er sich mit conischer Verjüngung; vom Mittelhirn setzt sich seine Decke frühzeitig durch einen scharfen Einschnitt ab. Mit fortschreitender Entwickelung des Gehirns wird der Isthmus mehr und mehr von den mächtiger wachsenden Nachbargebilden, dem Kleinhirn und den Vierhügeln, überlagert.

Die Axenkrümmung des Rauten- und Mittelhirns.

Die bekannten Hauptkrümmungen des Rauten- und Mittelhirns sind: die Nacken-, die Brückenkrümmung und die beiden Scheitelkrümmungen. Hierzu kommen weiterhin noch einige Krümmungen untergeordneter Art, die ich gleich besprechen werde.

Die Scheitelkrümmungen gehen beim menschlichen Embryo in ihrer Entwickelung allen übrigen voraus. Schon zu Ende der 3. Woche bildet das Grosshirn mit dem Rautenhirn einen annähernd rechten Winkel und im Verlauf der 4. und 5. Woche nimmt die Biegung so sehr zu, dass die Basis des Zwischenhirns und diejenige des Rautenhirns in längerer Ausdehnung einander zugekehrt und nur durch einen schmalen Spaltraum, die Sattelspalte, von einander

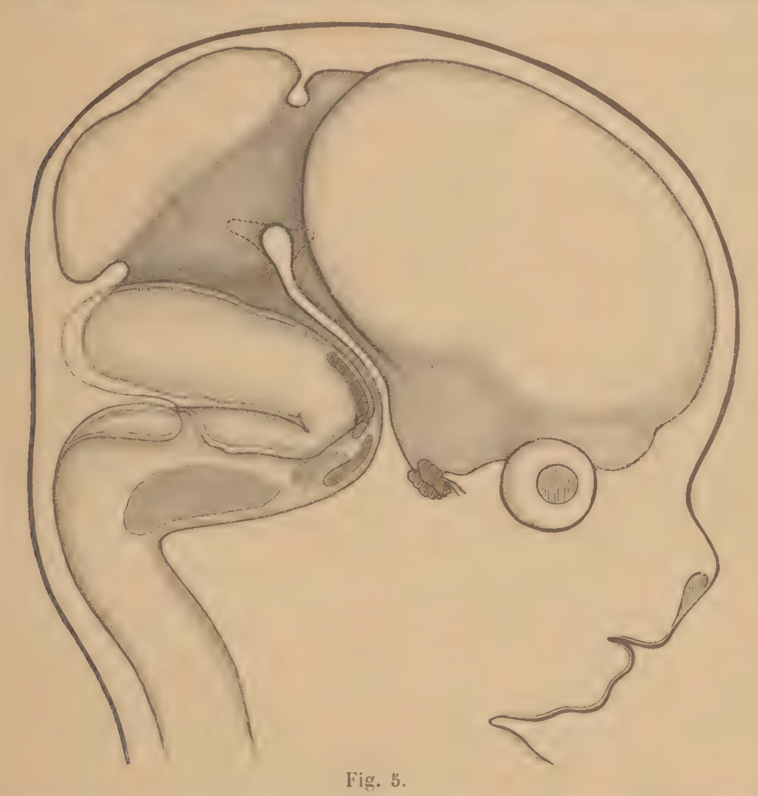


Fig. 5.

Profilconstruction eines 8wöchentlichen Embryo (*Mr*). Vergr. 8. Die beiden Buchten der Fossa Tarini, wie sie im Medianschnitt auslaufen, sind punktirt dargestellt. Die Ausdehnung der Deckplatte, bez. der Ort der Taenia ist am Gehirn durch ein Doppelcentrum angegeben. Die Kerne von unterer und oberer Olive, von Facialis und der zackige Brückenkern sind dem Hirnprofil eingezeichnet.

getrennt erscheinen. Die bis beinahe zur Berührung zusammengeschobenen Theile umfassen: vorn die Strecke vom Mammillarhöcker bis zur Trichterspitze, hinten das Gebiet der späteren Brücke. Am oberen Ende der Sattelspalte erhält sich eine von der Basis des Mittelhirns überdachte Bucht, welche mit einer vorderen Ausweitung in die Supramammillargrube, mit einer hinteren in den über der Brücke liegenden Winkel der Scheitelwölbung ausläuft. Die Bucht bleibt am ausgebildeten Gehirn als Fossa Tarini bestehen, und sie

behält ihren primären Charakter bei, insofern sie auch da in zwei winklige Gruben, eine vordere und eine hintere, ausläuft. Die über dem Mammillarkörper liegende Grube ist aus der vordern, die über der Brücke befindliche aus der hintern Scheitelkrümmung hervorgegangen. Beide treten an Medianschnitten des Gehirns sehr ausgeprägt hervor und sie entsprechen in ihrer Lage genau den Gruben, welche das Embryonalgehirn im Laufe des 2. Monats zeigt[1]).

Die Nackenkrümmung des Markrohres entwickelt sich entsprechend der Vornüberbiegung des gesammten Kopfes. Am Ende der 3. Woche noch mässig ausgebildet, nimmt sie von da ab rasch zu und sie erreicht ihr Maximum im Verlaufe der 6. Woche. Die Axe des verlängerten und diejenige des Rückenmarkes bilden zu der Zeit mit einander einen Winkel von ca. 65°. Von da ab richtet sich der Kopf wieder auf und die Nackenkrümmung nimmt ab, ein Verhalten, das ich bei früheren Anlässen ausführlich erörtert habe[2]).

Eine besonders tiefgreifende Bedeutung für die Gestaltung des gesammten Rautenhirns gewinnt die Brückenkrümmung. Sie bestimmt die Breitenentwickelung der Rautengrube und die Ausbildung des Kleinhirns. Wo sie schwach ist (wie bei Batrachiern und Cyclostomen), da bleibt das Kleinhirn in seiner Entwickelung zurück, und umgekehrt setzt eine starke Ausbildung des letztern auch eine ausgiebige Brückenkrümmung voraus[3]). Bei Beurtheilung der Brückenkrümmung ist der Bogen der Hirnaxe in der Medianebene auseinander zu halten von demjenigen, welchen die das Rautenfeld begränzenden Ränder bilden. Die Seitenränder sind durchweg stärker gebogen als die mediane Axe. Ich habe versucht, für Embryonen der ersten zwei Monate einige Winkelbestimmungen auszuführen. Solche Bestimmungen können nur Annäherungswerthe liefern,

1) Bei der Deutlichkeit, mit welcher die beiden zwischen Brücke und Mammillarkörper liegenden Buchten an jedem mediangeschnittenen Gehirn hervortreten, sind dieselben auch von allen besseren Abbildungen berücksichtigt. Am schärfsten finde ich dieselben bei BURDACH No. 13, Taf. XIII und bei REICHERT No. 14, Bd. I, Taf. X wiedergegeben. Letzterer Anatom bezeichnet die hintere Bucht als »schwärzliche Grube«.

2) Anatomie menschl. Embryonen Heft 2 u. Heft 3. Man vergl. besonders die Taf. X und deren Erklärung.

3) Diese Verhältnisse finden sich auseinandergesetzt in dem Aufsatz über die Gliederung des Gehirns. Verh. der naturf. Ges. in Basel, Bd. IV, 1869.

denn abgesehen von den Ungenauigkeiten, die allenfalls bei Reconstruction von Gehirnen sich einschleichen, ergiebt sich eine Schwierigkeit scharfer Bestimmungen darin, dass die Schenkel der zu messenden Winkel keine gestreckten, sondern geschwungene Linien sind. Ich stelle in der nachfolgenden kleinen Tabelle nur solche Werthe zusammen, deren Bestimmung voraussichtlich mit keinen grösseren Fehlern behaftet ist. Allzu unscharf bestimmbare Werthe, wohin u. a. die Werthe für die Embryonen der 6. und 7. Woche gehören, lasse ich weg. Alle Winkel sind auf eine Sagittalebene projicirt gedacht.

Annäherndes Alter.				Medialer Brückenwinkel.	Lateraler Brückenwinkel.	Winkel der hinteren Scheitelkrümmung.
3	Wochen	Embryo	*Lr* (Constructionszeichnung)	140°	115°	120°
4	-	-	*Br* 3 (-)	133°	—	—
$4^1/_3$	-	-	*KO* (-)	128°	—	—
$4^1/_2$	-	-	*N* (-)	127°	—	50°
-	-	-	*Rm* (durchsichtiges Profil)	124°	80°	50°
5	-	-	*Sch* (Constructionsbild)	110°	70°	—
7	-	-	*FM* (Sagittalschnitt)	78°	0°	33°
8	-	-	*Mr* (Constructionsbild)	68°	0°	30°

Es ergiebt sich, dass der Werth des lateralen Brückenwinkels (d. h. des Winkels, den die Sagittalprojectionen der Seitenränder des Rautenhirns bilden) erheblich rascher abnimmt, als der des medianen Brückenwinkels. Vom Ende der 7. Woche an legen sich Cerebellum und Medulla oblongata in grösserer Ausdehnung an einander an; der laterale Brückenwinkel wird dadurch = 0. Allerdings berühren sich hierbei nicht die äussersten Ränder der beiderseitigen Flügelplatten, sondern mehr medialwärts liegende Theile dieser letztern, ein Verhalten, welches mit der unten zu besprechenden Entwickelung der Rautenlippe zusammenhängt.

Sehr ausgiebig ist auch die Abnahme des hintern Scheitelwinkels, und da Brücken- und Mammillargegend vom Beginn der 5. Woche ab sich nahezu berühren, so muss voraussichtlich der Zuschärfung des hinteren Scheitelwinkels eine Oeffnung des vorderen entsprechen. Eine Messung des letzteren Winkels ist indessen nicht gut möglich, weil der Mammillarhöcker die Feststellung eines vorderen Winkelschenkels nicht zulässt.

Alle die oben aufgeführten Winkel öffnen sich in der Folge wieder: Im Beginn des 4. Monats liegt die Brücke wieder nahezu

in der Flucht der Medulla oblongata, mit dieser nun einen stumpfen Winkel bildend, und ebenso erscheinen zu der Zeit die Hirnschenkel von der Brücke verhältnissmässig schwach abgebogen. Das Kleinhirn liegt dem verlängerten Mark allerdings bleibend an, allein auch für dieses ist die spätere, aus der Richtung der Brückenstiele zu entnehmende Axenstellung eine offenere, als im Beginn des 3. Monats.

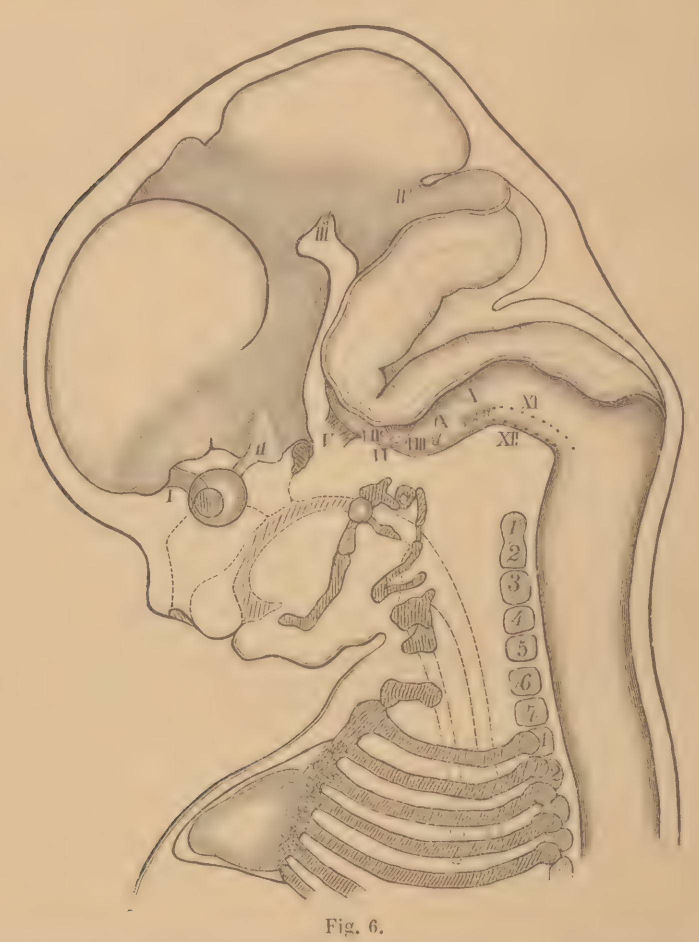


Fig. 6.

Sagittales Constructionsbild eines 10wöchentlichen Embryo (*My*). Vergr. ca. 7. Die Deckplatte der Rautengrube ist durch feine Schraffirung angegeben. Die Doppellinie bezeichnet die Anheftungslinie der Taenia, die feine punktirte Linie den Grund der äusseren Lippenfurche.

Zu den eben betrachteten Hauptkrümmungen des Rautenhirns und seiner Nachbartheile kommen gegen die Mitte des 2. Monats einige fernere Biegungen hinzu, die einer kurzen Betrachtung werth sind. Ich verweise auf beistehende Figur 6 und bemerke, dass die hier verzeichneten Verhältnisse für die Entwickelungsstufe durch-

aus typische sind. Längs der ventralen Profillinie des Gehirns folgt auf die dorsalwärts convexe Nackenkrümmung eine zweite, etwa der halben Calamuslänge entsprechende stumpfe Biegung, deren Winkel gleichfalls dorsalwärts sieht. Weiterhin kommen zwei ventralwärts convexe Biegungen, eine stumpfere hintere und eine minder stumpfe vordere. Letztere ist der eigentliche Brückenwinkel, welcher sich durch seine Lage am Eingang der Sattelspalte und dadurch charakterisirt, dass an ihm der N. trigeminus in's Gehirn eintritt. Der hintere von den beiden Winkeln liegt noch vor dem Beginn des Brückengebietes, wie sich aus seiner Lage zu den Nervenaustrittsstellen ergiebt. Beide an der Medulla oblongata auftretende secundäre Krümmungen besitzen nur vorübergehende Existenz und schon zu Ende des 2. Monats verlieren sie sich wieder (Fig. 5).

Vom oberen Rand des Brückengebietes gränzt sich der Isthmus durch eine dorsalwärts convexe Biegung ab und durch eine ebensolche vom Mittelhirn. Letztere Biegung ist die mehrfach besprochene hintere Scheitelkrümmung. Der Isthmus selber zeigt sich leicht ventralwärts ausgebogen[1]). Beachtenswerth erscheint am Mittelhirn die Verschiebung der ventralen gegen die dorsalen Gränzen. Die hintere Scheitelkrümmung liegt anscheinend unter der Mitte des Mittelhirndaches, und die Bucht der vorderen Krümmung erscheint ihrerseits in die Rückwand des Zwischenhirns vorgeschoben.

Das menschliche Rautenhirn zeigt auf frühen Entwickelungsstufen (Ende des 1. Monats), gleich dem von anderen Wirbelthierembryonen in seiner Seitenwand ein System von schrägen Falten, von welchen einige hinter der Brückenkrümmung liegen, andere vor derselben. An tadellos erhaltenen Embryonen sind diese Falten durch die Decke der Rautengrube hindurch sichtbar, sie treten aber auch an geeigneten Durchschnitten und an sorgfältig ausgeführten Plattenmodellen zu Tage. Sie sind beim menschlischen Embryo nur niedrig, mit ihrem lateralen Ende schneiden sie in den freien Medullarrand ein, während ihr mediales Ende die mittlere Bodenfurche des Marks erreicht. Im Ganzen lassen sich vier hintere und zwei vordere Falten unterscheiden. Inwieweit dieselben in der bleibenden

1) Man vergleiche hierfür auch Taf. I.

Organisation des Marks Spuren hinterlassen, das bedarf noch besonderer Untersuchungen.

Die Längszonen des Rautenhirns und die Rautenlippe.

Der Querdurchschnitt des Rautenhirns besitzt, wenn wir von dem Isthmus absehen, während gewisser Zeit eine fünfeckige Grundform: die beiden dicken Seitenwandungen des Rohres treffen an der Basis in einer Längskante zusammen und sind hier durch eine schmale Bodenplatte verbunden. An jeder Seitenwand scheidet sich die ventrale von der dorsalen Hälfte oder die Grundplatte von der Flügelplatte durch eine Knickung. Die beiden Grundplatten divergiren lateralwärts, während die Flügelplatten eine Zeit lang steil aufgerichtet und unter sich mehr oder minder parallel gestellt erscheinen; die dorsalen Ränder beider Flügelplatten gehen unter rascher Verjüngung in eine dünne Epithellamelle, die Deckplatte über, welche von hintenher die Rautengrube überwölbt. Die allmähliche Entwickelung dieser Grundform habe ich in einer früheren Arbeit besprochen, auf welche hier verwiesen werden kann[1]). Die Grund- und die Flügelplatte sind der Lichtung zu convex gewölbt, sie bilden daher zwei breite Längsleisten, die Grundleiste und die Flügelleiste. Zwischen den beiden Grundleisten verläuft in der ganzen Länge des Rautenhirns eine tiefe Medianfurche. Die im vorigen Abschnitt erwähnten Faltensysteme der Seitenwand kreuzen zur Zeit ihres Bestehens die beiden Längsleisten in schräger Richtung, leichte Anschwellungen derselben bedingend; dies Verhalten tritt auch an Plattenmodellen der betreffenden Entwickelungsstufen sehr klar zu Tage.

In eben dem Maasse, als die Brückenkrümmung zunimmt und das Rautenhirn sich verbreitert, legen sich die Flügelplatten zur Seite und im Gebiete der Rautenbreite kommt es schon am Ende der 5. Woche so weit, dass eine von der Grund- zur Flügelleiste gezogene Linie lateralwärts abfällt, d. h. dass die Grundleiste höher steht, als die Flügelleiste[2]). Von der Rautenbreite aus schreitet die Seitwärtslegung der Flügelplatten in das Calamusgebiet fort bis in die Nähe

1) No. I, S. 353 u. ff.

2) Für ein späteres Stadium zeigt dies Taf. III.

seiner Spitze. Im Gebiete des Kleinhirns bleibt dagegen die mediale Hälfte der Flügelplatten steil aufgerichtet, ohne sich jemals zur Seite zu legen.



Fig. 7.
Querschnitt durch das Rautenhirn vom Embryo *Ko* (Nl. 10,2 mm). Vergr. 40.



Fig. 8.
Querschnitt durch das Rautenhirn vom Embryo *Ru* (Nl. 9,1 mm). Vergr. 40, *Rl.* Rautenlippe, *T.s.* Tractus solitarius.

Im Verlauf der 5. Woche kommt es zur Umkrempung des dorsalen Randes der Flügelplatten und zur Bildung der Rautenlippe. Die Rautenlippe erstreckt sich jederseits von der Höhe des Nackenhöckers ab bis zum Isthmus, stellenweise breiter, stellenweise schmaler werdend. Von der Mitte des 2. Monats ab findet man in der Hin-

sicht Folgendes: Die Lippe beginnt an ihrem unteren Ende schmal, nimmt dann beim Uebergang auf das Calamusgebiet rasch zu und erreicht noch in dessen unterer Hälfte ein erstes Maximum. Im Bereich der Rautenbreite ist die Lippe wieder schmal, dann aber erreicht sie am Cerebellum ihre bedeutendste Breite und sie schiebt sich über die davor liegenden Theile hinweg. Unterhalb des Isthmus die Decke des Hinterhirns erreichend, verjüngt sie sich rasch und läuft zugespitzt aus (Fig. 6).

Der laterale Schenkel der Rautenlippe setzt sich in die Deckplatte fort und sein verjüngter Übergangstheil bildet die Taenia. Eine dorsalwärts gekehrte Furche, die innere Lippenfurche, trennt die der Rautengrube zugewendete Flügelleiste von der Taenia und der Deckplatte. Eine zweite Furche öffnet sich basilarwärts an der äusseren Oberfläche des Rautenhirns, als äussere Lippenfurche. Sie trennt den aufgerichteten Wangentheil vom Lippentheil der Flügelplatte. Diese Furche schliesst sich in der Folge grossentheils durch Verwachsung der einander zugekehrten Wandflächen, und nun können, wie unten gezeigt werden soll, stellenweise Fasern und Zellen durch die neu entstandene Verwachsungsbrücke hindurch treten. Die Verwachsung der äusseren Lippenfurche geschieht nicht überall gleichzeitig: im Bereiche des Kleinhirns ist die Furche ganz besonders tief, hier tritt die Verwachsung erst in später Zeit ein, während sie im Calamusgebiet schon bald nach Eintritt der Lippenbildung erfolgt. Dafür ist die Verwachsung am Cerebellum eine bleibende, während sie sich am verlängerten Mark nur vorübergehend erhält.

Die Deckplatte der Rautengrube und die Plica chorioidea.

Die epitheliale Deckplatte spannt sich noch in der Zeit der 5. Woche mit hoher Wölbung über die lang sich hinziehende Rautengrube hinweg. Von der Mitte des 2. Monats ab rücken sich, mit zunehmender Brückenkrümmung, die dorsalen Flächen des verlängerten Markes und des Kleinhirns bis zur theilweisen Berührung entgegen, und nun bildet auch die Deckplatte eine zwischen diese Theile einschneidende Falte. Ich bezeichne diese Falte als Plica chorioidea, andeutungsweise ist sie schon vor der 6. Woche vorhanden, und sie äussert sich in der Seitenansicht als eine leichte

Einsenkung des dorsalen Profils[1]. Nach voller Ausbildung reicht die Adergeflechtfalte bis zum Rand der Rautenlippe, den sie in schräger Richtung kreuzt (Fig. 5 und Fig. 6). Sie hat somit die Gestalt eines halbmondförmig gegen die Ventrikellichtung hereinragenden Bogens und sie scheidet eine sackartig das Kleinhirn umgebende Hülle von einer solchen, welche die hintere Hälfte der Rautengrube überdacht. An den beiden Fusspunkten der Adergeflechtfalte rückt die Abgangsstelle der Taenia mehr und mehr nach dem Ventrikel hin, anstatt der ventralwärts umgebogenen Rautenlippe bildet sich ein

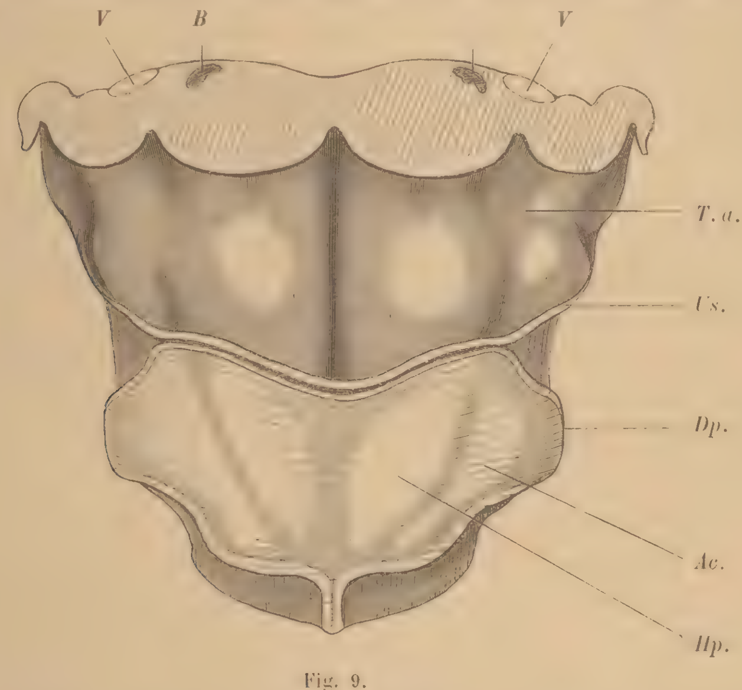


Fig. 9.

Boden der Rautengrube vom 7wöchentl. Embryo *Mr.* Constructionsbild. Vergr. 15. Die hintere Hälfte ist von der Deckplatte unmittelbar überspannt, die Adergeflechtfalte erscheint an der Figur als ein etwas gebogener zweiblättriger Querstreifen. An beiden Fusspunkten der Falte ist die Taenia gegen den Ventrikel zwickelartig eingezogen. *Hp.* Hypoglossushügel, *Ac.* Ala cinerea, *T. a.* Tuberculum acusticum. *Us* Umschlagsfalte in die Hülle des Kleinhirns.

medialwärts vortretender häutiger Zwickel, der auch auf späteren Stufen fortbesteht und auf dem Wege makroskopischer Präparation leicht nachzuweisen ist. Im Seitentheil der Adergeflechtfalte kommt es zur Bildung kurzer Epithelzöttchen, dieselben entwickeln sich zu-

1) Diese Einsenkung ist an gut erhaltenen Präparaten constant. Man findet sie dargestellt in den Figuren meiner Anatomie menschl. Embryonen Taf. XIII, Fig. 5—7, Taf. XIV, Fig. 1 und Fig. 3—5 und Taf. X, Fig. 15—21.

nächst in der dem Kleinhirn zugewendeten Faltenschicht und breiten sich von da längs der Seitenwand des oberen Epithelsackes aus.

Die Ansatzlinie der Deckplatte wird ursprünglich ringsherum vom umgeschlagenen Saume der Rautenlippe, der primären Taenia, gebildet. Am verlängerten Mark verläuft die Linie am ventralen Rand der Seitenfläche; am Kleinhirn folgt sie dem von der Rautengrube abgewendeten Rande des Organes. Dieses Verhalten ändert sich in der Folge: die Oberfläche des Kleinhirns verwächst mit dem sie berührenden Theil der Deckplatte, an Stelle der primären, vor dem Cerebellum befindlichen Taenia, entsteht eine secundäre, vom hinteren Rande sich ablösende, und die sackartige Hülle, welche das Kleinhirn noch im Beginn des 3. Monats besessen hat, ist später spurlos verschwunden. Die ursprüngliche Oberfläche des Kleinhirns war eine intraventriculäre, die spätere ist extraventriculär und die Umbildung vollzieht sich eben dadurch, das der betreffende Theil der Deckplatte auf seiner Unterlage festwächst, wodurch die das Cerebellum umgebende Ventrikelspalte schwindet.

Etwas verwickelter als am Kleinhirn gestalten sich die bezüglichen Verhältnisse am verlängerten Mark. Hier wird die Rautenlippe nach vorübergehender Verwachsung mit der anstossenden Wandfläche wieder frei, und sie bildet nun eine dünne, ventralwärts ausgebogene Platte, deren in die Deckplatte übergehender Theil kleine Zöttchen entwickelt (Taf. II). Im Verlauf des 3. Monats richtet sich der Rand der Rautenlippe auf und schlägt sich ventrikelwärts um, so dass nun der zottentragende Theil der Deckplatte über die Rautengrube zu liegen kommt. Später wird auch hier die das Corpus restiforme umgebende Gewebsplatte mit ihrer Unterlage verlöthet, so dass gleich jenseits der secundären Taenia der zottentragende Theil der Deckplatte beginnt.

Bei den eben beschriebenen Veränderungen verliert sich jener Nebenraum des Ventrikels, den wir oben als innere Lippenspalte kennen gelernt hatten. Nur an einer Stelle erhält er sich zeitlebens: die im Gebiet der Rautenbreite vorhandenen Recessus laterales zeigen nämlich das unveränderte primäre Verhalten einer lateralwärts vom Flügelwulst herabsteigenden Spalte. Die Rautenlippe hat hier ihre ventrale Ausbiegung bewahrt und ist an der anstossenden Markwand haften geblieben.

Die ausgebildete Rautengrube in ihren Beziehungen zur embryonalen.

Die Wand des embryonalen Rautenhirns bildet, wie wir oben gesehen haben, zwei gegen die Lichtung vorspringende Paare von Längswülsten, die Grundleisten und die Flügelleisten. Die beiden Grundleisten sind durch eine tiefe Medianfurche von einander geschieden, während sie sich von den Flügelleisten durch eine in ihrer Entwickelung wechselnde Seitenfurche abheben. Es ist nicht schwer am ausgebildeten Gehirn die primären Leisten und Furchen wieder aufzufinden: neben der medianen Längsrinne ziehen sich von der Öffnung des Centralkanals ab bis zu dem Eingang des Aquäductes die beiden Grundleisten. Anfangs schmal beginnend, nehmen sie bis in die Höhe der Striae medullares an Breite zu, behalten aber von da ab bis zum oberen Ende der Rautengrube annähernd dieselbe Breite bei. In der Anatomie bezeichnet man sie bekanntlich als die Eminentiae teretes. Seitlich gränzen sie sich durch ein nicht ganz ununterbrochenes System von Längsfurchen ab, welche aus den primären Seitenfurchen abzuleiten sind. Diesem System von Seitenfurchen gehören die beiden Gruben, die Fovea posterior der Ala cinerea und die Fovea anterior an, und als ihr oberstes Ende erscheint der scharfe Einschnitt zwischen der Eminentia teres und dem Bindearm. Am wenigsten vertieft sich die Seitenfurche da, wo die Eminentiae teretes an ihr Tuberculum acusticum anstossen, und die von diesem hinübertretenden Striae acusticae aufnehmen. Das Tuberculum acusticum verdankt seine besondere Hervorwölbung den durch den Schneckennerven dem Gehirn zugeführten Fasern, und als secundär entstandene Bildung verwischt es, in allerdings geringem Maasse, die primäre Gliederung. Am meisten tritt dies hervor in den Beziehungen zum grauen Kern der Ala cinerea, welcher wie dies Stilling vor vielen Jahren dargethan hat, vom Acusticushügel (dem Glossopharyngeuskern nach Stilling) in die Tiefe gedrängt wird[1]. Die Alae cinereae nebst den grauen Massen der Corpora restiformia stammen von den Flügelplatten ab, weiter oben

1) Stilling No. 5. Taf. VII.

geht aus diesen das Kleinhirn hervor und noch weiter die Bindearme. Die Geschichte der aus den Flügelplatten hervorgehenden Theile bietet besondere Verwickelungen, auf welche ich, soweit sie das verlängerte Mark betreffen, im Nachfolgenden eingehen werde.

Histologische Gliederung des Rautenhirns, Markgerüst, Septum Medullae und Deckplatte.

Die histologische Gliederung des Rautenhirns ist im Allgemeinen dieselbe, wie diejenige des übrigen Medullarrohres, und ich kann hiefür auf meinen vorjährigen Aufsatz über die Neuroblasten verweisen. Gegen Ende der 4. Woche (bei Embryonen von 6—7 mm Nl) haben sich die ursprünglichen Epithelzellen bereits zum Markgerüst umgebildet, und dieses durchsetzt das gesammte Querschnittsfeld. Die innerste und die äusserste Zone des Gerüstes, die Säulenschicht und der Randschleier sind kernfrei; die Mittelschicht umschliesst, gedrängt beisammen liegend, die kernhaltigen Spongioblastenleiber. Entsprechend der ursprünglichen Anordnung der Epithelzellen sind in dieser frühen Zeit die Hauptbestandtheile des Spongiosalagers radiär angeordnet. Die innersten Säulenfasern stehen senkrecht oder nur wenig geneigt zur Ventrikelfläche, dieselbe Richtung zeigen die Leiber der Spongioblasten und die von diesen ausgehenden Hauptbalkenzüge des Randschleiers. Nur an den zugeschärften Rändern der Flügelplatten sind schon jetzt die äusseren Enden der Spongiosabalken etwas ventralwärts abgebogen. Die radiär angeordneten Hauptfaserzüge des Markgerüstes können wir zur Unterscheidung von der übrigen Schwammsubstanz als die S t r a h l e n des Gerüstes bezeichnen. Von ihnen gehen im Bereiche des Randschleiers zahlreiche Nebenbälkchen ab, welche im Allgemeinen senkrecht zu den Axen der Hauptbalken stehen, in ihrer Gesammtheit bilden sie daher ein Fasersystem, welches in concentrischen Bogen parallel zur Aussenfläche des Markes angeordnet erscheint.

Die Dicke der verschiedenen Schichten ist von Anfang ab ungleich, die Säulenschicht und der Randschleier sind schmal, die Spongioblastenschicht erheblich breiter. So messe ich z. B. bei dem ca. 6 mm langen Embryo *T* an der Grundplatte des Calamusgebietes:

die mittlere Dicke der Säulenschicht	zu	0,03	mm
- - - - Spongioblastenschicht	-	0,14	-
- - - des Randschleiers	-	0,035	-
Die Gesammtdicke somit etwas über		0,2	mm

Rasch nimmt mit fortschreitender Entwickelung die Dicke, sowohl der kernhaltigen Schicht als die des Randschleiers zu, während die Säulenschicht als selbstständige Bildung schwindet.

Bei dem 10,2 mm langen Embryo *Ko* beträgt, an der Grundplatte gemessen, die mittlere Dicke der zellenhaltigen Schicht 0,22 mm

- - - des Randschleiers	0,065	-
Gesammtdicke	0,285	mm

Bei dem 13,8 mm langen Embryo *Sch*:

die mittlere Dicke der zellenhaltigen Schicht	0,6	mm
- - - des Randschleiers	0,16	-
Gesammtdicke	0,76	mm

Bis zu Ende des 2. Monats (Embryo *Mr*) hat die Grundplatte des Calamusgebietes an der entsprechenden Stelle eine Dicke von 1,5 mm angenommen, und in der nachfolgenden Zeit schreitet die Dickenzunahme noch stetig weiter. Dabei sind der zellenfreie Randschleier und die Spongioblastenschicht in gleicher Weise betheiligt, und trotz nachweisbarer reichlicher Einwanderung von Neuroblasten lockert sich das Gefüge beider Wandbestandtheile mehr und mehr auf. Die Ausbreitung des Gerüstes geschieht eben durch Verlängerung der einzelnen Balken, wobei, wenigstens in der hier in Rede stehenden Zeit, die zwischen den Balken vorhandenen Maschenräume an Weite gewinnen.

Das Schwinden einer selbstständigen, kernfreien Säulenschicht hängt zum Theil ab von der lebhaften Entwickelung von Keimzellen und von Neuroblasten in den Lückenräumen der Schicht, zum Theil aber auch von einem Vorrücken ächter Spongioblastenkerne in dieselbe. Neben den Theilungsfiguren der Keimzellen sieht man nämlich bei Embryonen der 5. Woche auch solche, welche im Inneren von Spongioblasten liegen. Sie sind von den ersteren unschwer zu unterscheiden, einestheils durch die nach zwei Seiten sich verlängernde Form der Zellen, denen sie angehören, und anderntheils durch ihre abweichende Lagerung. Die Theilungsfiguren der Keimzellen liegen

bekanntlich neben einander und deren Theilungsebene steht senkrecht zur Ventrikelfläche. Die sich theilenden Spongioblastenkerne aber pflegen hinter einander, oder genauer bestimmt, schräg zu einander, der eine der Ventrikelfläche etwas näher als der andere, zu liegen.

Während die Säulenschicht aufhört, von der Spongioblastenschicht getrennt zu sein, macht sich in dieser der Gegensatz geltend zwischen einer compacten Innenschicht und einer minder dichten Mantelschicht; letztere charakterisirt sich, abgesehen von ihrem lockeren Gefüge, durch ihren Gehalt an ausgebildeten Neuroblasten und an Nervenfasern. Sie wird im Laufe der Entwickelung immer breiter, und zwar auf Kosten der Innenplatte, welche ihrerseits mehr und mehr sich verschmälert. Am frühesten vollzieht sich der Auflockerungsprocess der zellenhaltigen Randschichten im Bereiche der Grundplatte, während derselbe in der Flügelplatte nur sehr langsam fortschreitet. Eine dünne Mantelschicht sondert sich zwar auch hier frühzeitig ab, aber die Hauptmasse der Platte behält durch lange Zeit hindurch ein sehr compactes Gefüge, und sie fällt daher an gefärbten Schnitten schon bei schwacher Vergrösserung durch ihre dunkle Beschaffenheit auf.

Als letzter Rest der compacten Innenplatte erhält sich jener innere Theil des Spongioblastenlagers, den wir als Ventrikelepithel zu bezeichnen pflegen. Das Auslaufen der sog. Epithel- oder Ependymzellen in Fasern, welche die Dicke der Markschichten durchsetzen, ist von Langem her bekannt, und es erscheint uns dies Verhalten jetzt, da wir wissen, dass ursprünglich jede Epithelzelle die ganze Dicke der Wand durchsetzt hat[1]), in einem anderen Licht als zu der Zeit, da man die organische Zusammengehörigkeit der sogen. Epithelzellen mit dem übrigen Markgerüst nicht kannte.

1) Zu vergl. Neuroblasten S. 332 u. ff., wo auch die Verdienste Hensen's um diese Auffassung gewürdigt sind. Das Recht des sog. Ventrikelepithels auf seinen Namen ist anfechtbar. Für den Namen lassen sich die am ausgebildeten Mark scharfe optische Abgränzung der Schicht und ihr Wimperbesatz anführen. Dagegen spricht der Umstand, dass dieselbe nicht ein Lager für sich bestehender Zellen umfasst, sondern nur die innern, theilweise kernhaltigen Enden von langgestreckten, durch die ganze Markdicke hindurchreichenden Elementen. Bequemlichkeitsgründe mögen den bisherigen Wortgebrauch rechtfertigen, entwickelungs-

Eine besondere Besprechung verdient die Umbildung der Bodenplatte des Rautenhirns zum Septum medullae bez. zum Lager der Raphe. Schon von früh ab erscheinen am Boden der Medianrinne die Epithelzellen, bez. deren Abkömmlingen, die Spongioblasten dicht zusammengedrängt, mit ihren ventralen Fortsätzen leicht fächerförmig divergirend. Von Keimzellen ist zwar die Bodenplatte nicht ganz frei, jedenfalls aber ist sie sehr arm an solchen. Die Keimzellen der Seitenwandungen treten bis dicht an den Rand der Bodenplatte heran, in dieser selber pflegt aber in der Mehrzahl der Fälle die Säulenschicht frei von Einlagerungen zu sein; hier und da finden sich unzweifelhaft innerhalb der Bodenplatte einzelne schön entwickelte Keimzellen mit Mitosen. Es sind dies Elemente, welche meines Erachtens bestimmt sind, späterhin in die Seitengebiete überzutreten und sich deren Neuroblasten beizugesellen. Das Dickenwachsthum der Bodenplatte[1] erfolgt gleichfalls stätig, aber es bleibt hinter dem der anstossenden Grundplatten nicht unerheblich zurück. Als Folge hiervon ergiebt sich einerseits eine zunehmende Vertiefung der dem Ventrikel zugekehrten Medianfurche, andererseits die Bildung einer medianen Rinne auch an der ventralen Fläche des Rautenhirns. Letztere Rinne erscheint im Vergleich zur ersteren nur sehr seicht, ist aber gleich dieser im ganzen Verlaufe des Rautenhirns nachweisbar.

Vom Grunde der dorsalen bis zu dem der ventralen Medianrinne erstreckt sich ein dichtes Büschel von Fasern, von denen die mittleren genau sagittal verlaufen, während die mehr seitlich liegenden ventralwärts etwas divergiren. Die Breite dieses medianen Faserbüschels nimmt daher von Innen nach auswärts an Breite etwas zu. Die zu dem Fasersystem gehörigen kernhaltigen Spongioblasten-

geschichtlich ist es gerechtfertigt, mit Hensen die Markplatte in ihrer ganzen Dicke als ein modificirtes Epithel aufzufassen. Es ist wieder einmal einer von den Fällen, wo sich den Thatsachen gegenüber unsere schematisirten Begriffe als unzureichend erweisen. Der Ausdruck Ependymzellen vermindert das Dilemma und ich werde ihm daher den Vorzug geben.

1) Die Dicke der Bodenplatte bestimme ich im Calamusgebiete:

bei Embryo	*T*	zu	0,08	mm
-	*Ko*	-	0,11	-
-	*Sch*	-	0,27	-
-	*Mr*	-	1,1	-

leiber sind grossentheils nach Art eines Cylinderepithels längs der Ventrikeloberfläche zusammengedrängt, vereinzelt finden sie sich indessen durch die ganze Tiefe der Schicht verbreitet. Laterale Fortsätze der einzelnen Gerüstfasern finden sich besonders in der Nähe der ventralen Oberfläche.

Die aus den Epithelzellen der Bodenplatte hervorgegangene mediane Faserlage bezeichne ich als das Septum Medullae; sie ist schon angelegt, ehe transversal verlaufende Nervenfasern da sind. Für die nachfolgende Entwickelung des Markes wird sie dadurch bestimmend, dass sie zwar Nervenfasern, nicht aber Neuroblasten den Durchtritt gestattet, letztere, falls sie überhaupt medianwärts vordringen, machen dies- und jenseits vom Septum Halt, und sammeln sich zu mehr oder minder massigen Complexen, von denen später die Rede sein soll. Die Menge der von beiden Seiten her gegen das Septum herantretenden Nervenbündel nimmt vom Ende des 1. Monats ab stetig zu. Die Faserbündel treten Anfangs direct durch das Septum hindurch und kreuzen sich hier unter spitzen Winkeln mit denen der anderen Seite; auf späteren Stufen begegnet man S-förmigen Biegungen der Faserzüge, und es scheint, dass diese, der Hauptsache nach, auf Rechnung von secundären Verschiebungen der an das Septum stossenden Theile zu beziehen sind.

Das, was ich oben als Septum Medullae bezeichnet habe, ist, wie man sieht, das Spongiosagerüst der sogen. Raphe. Es ist dasselbe bis in die neueste Zeit herein wenig beachtet worden[1]) und wie mir scheint, so hat man seine sagittal verlaufenden Fasern häufig mit Nervenfasern verwechselt. Das Septum scheidet die beiden Seitenhälften; von einer Raphe als einer dieselben verbindenden Bildung darf man erst von dem Zeitpunkt ab reden, wo Nervenfasern die Mittellinie überschreiten und den Zusammenhang der beiden Seiten mit einander herstellen.

Die Deckplatte erscheint vom Ende der vierten Woche ab als eine einfache Lage von Zellen, welche im Bereiche der Taenia noch etwas höher als breit (bei Embryo *T* 10—14 μ hoch, 7—8 μ breit), jenseits davon aber breiter als hoch sind (8 μ hoch, 10 μ breit).

---

1) So geschieht z. B. in der so eingehenden Darstellung Schwalbe's (Lehrb. der Neurol. S. 624 u. ff.) des Gerüstes der Raphe keine Erwähnung.

Den Charakter einer einfachen Epithellage behält die Deckplatte in der Folge bei. Die Menge ihrer Zellen nimmt stetig zu, denn trotz der wachsenden Ausdehnung der Platte und den zu Ende des 2. Monats auftretenden Faltungen derselben werden die Zellen nicht flacher, sondern etwas höher (zu Ende des 2. Monats bestimme ich deren Höhe zu 11—13 μ). Über die Art der Zellenvermehrung in der Deckplatte habe ich keine entscheidenden Erfahrungen, es ist möglich, dass ein Theil des Zuwachses von der Taenia aus vor sich geht. Hier und da bin ich auch vereinzelt liegenden hellen Zellen in der Deckplatte begegnet mit besonders chromatinreichen Kernen.

Die primäre und die endgültige Massenvertheilung innerhalb des Querschnittes des Calamusgebietes.

Im Beginn der 5. Woche zeigt der Querschnitt des Calamusgebietes jene fünfeckige Grundform, deren oben gedacht worden ist (Fig. 7). Die Seitenwand des Rohres lässt drei, unscharf von einander abgegränzte Schichten erkennen, von denen die beiden inneren, die compacter gefügte Innenplatte und die mehr aufgelockerte Mantelschicht zellenhaltig sind, während die äusserste, der Randschleier, aus einem kernfreien Spongiosalager mit hindurchtretenden Zügen von Nervenfasern besteht. Wählen wir als Beispiel etwa die Höhe des Vaguseintrittes, so zeigt hier die Grundplatte in ihrer Mantelschicht den Hypoglossus- und den motorischen Accessorius-Vaguskern. Beide Kerne reichen mit ihren äussersten Zellen bis dicht unter die Oberfläche des Markes. Die von den Glossopharyngeus- und den Vagusganglien zum Gehirn aufsteigenden Wurzeln sammeln sich zu einem der Oberfläche unmittelbar anliegenden Längsstrang, dem Tractus solitarius, oder der aufsteigenden Wurzel der sensibeln Glossopharyngeus- und Vagusfasern. Diese Anordnung der Theile ist sehr verschieden von der späteren, denn sowohl die motorischen Kerne des Hypoglossus, Accessorius, Vagus und Glossopharyngeus, als der Tractus solitarius erscheinen am Querschnitte des ausgebildeten Markes tief in's Innere gerückt, und sie werden durch breite Schichten grauer und weisser Substanz von der Oberfläche geschieden.

Behufs einer übersichtlichen Darstellung scheide ich den Quer-

schnitt des ausgebildeten Markes in vier übereinander liegende Schichten:

1) Dem Ventrikel zunächst breitet sich eine Schicht grauer Substanz aus, welche ich als die Schicht der geschlossenen Kerne bezeichne. Am meisten medialwärts liegt in ihr der Hypoglossuskern, auf diesen folgt lateralwärts die Ala cinerea und, von dieser durch eine Furche abgesetzt, ein Complex von Kernen, welchem im Vagustheil des Calamus der Kern des zarten Stranges, weiter oben die grauen Massen des Acusticusgebietes angehören. Als Randkerngruppe (Nuclei marginales) möchte ich diesen Complex zusammenfassen, da es erwünscht erscheint, eine gemeinsame Bezeichnung dafür zu besitzen. Die Randkerne bilden die mediale Hälfte des als Corpus restiforme hervortretenden Wulstes. Dieser Wulst sieht mit einer schmalen Fläche dorsomedial-, mit einer zweiten, erheblich breiteren dorsolateralwärts, während seine dritte Fläche ventrolateralwärts gekehrt erscheint. Die Randkerne berühren den dorsalen und einen Theil der lateralen Fläche, an der letztern stossen sie an das im Querschnitt halbmondförmige Längsbündel der zum Kleinhirn gehenden Fasern, den Funiculus restiformis, und auf der Gränze beider löst sich die Taenia chorioidea vom Mark ab.

2) Unter den compacten Kernen folgt die intermediäre Netzschicht[1]), charakterisirt sich in bekannter Weise dadurch, das sich in ihr zahlreiche Bündel bogenförmig angeordneter Fasern einerseits mit solchen kreuzen, welche von den überliegenden Kernen in radiärer Richtung ausstrahlen und anderseits mit fein zerklüfteten Bündeln von Längsfasern, welche die frei bleibenden Räume des Maschenwerkes allenthalben durchsetzen. STILLING hat diese Längsfasern als die Fortsetzungen der Vorder- und der Seitenstränge des Rückenmarkes aufgefasst, eine Annahme, der ja auch die späteren Autoren gefolgt sind. Seit MEYNERT findet man für dies Gebiet häufig die Bezeichnungen des inneren und äusseren motorischen Feldes gebraucht.

Die intermediäre Netzschicht enthält im Allgemeinen keine dichten Anhäufungen von Nervenzellen. Dagegen finden sich Zellen verein-

1) Die Bezeichnung intermediär gebrauche ich bei dieser Schicht deshalb, weil sich der reticuläre Charakter zum Theil auch auf die folgende Schicht, die der zerrissenen Kerne fortsetzt, und es nöthig erscheint, beide Bildungen auseinander zu halten.

zelt oder in kleinen Gruppen in den Knotenpunkten des Fasernetzes, und ihre Ausläufer gesellen sich den vorbeiziehenden Faserbündeln unmittelbar bei. In dem zwischen Raphe und Hypoglossuswurzeln liegenden Markabschnitt, dem inneren Felde Flechsig's, enthält die Formatio reticularis nur sparsame Zellen und es beruht darauf die Unterscheidung einer Formatio reticularis alba und grisea. Das von der intermediären Netzschicht eingenommene Feld hat im Ganzen die Gestalt eines Halbmondes, seine beiden Enden erstrecken sich bis zu den Tractus solitarii, welche ihrerseits in bekannter Weise von der grauen Substanz der Alae cinereae umfasst werden.

3) Die nun folgende dritte Schicht bezeichne ich als die der zerrissenen Kerne. Dieselbe beginnt, lateralwärts an die Randkerne anschliessend, mit dem Kern des Keilstranges, zu ihr gehören der Seitenstrangkern, der Olivenkern mit den Nebenoliven und den Pyramidenkernen. Eine fortlaufende Kette kleinerer Ganglienklumpen erstreckt sich von den Seitenabschnitten dieser Zone zum offenen Ende des Olivenkerns, ein Verhalten, das beim Fötus und beim Neugeborenen noch auffälliger zu Tage tritt, als beim Erwachsenen. Von Aussen her lagert sich die Substantia gelatinosa eine Strecke weit dem Gebiete der zerrissenen Kerne an. An seiner inneren Seite liegt ein System von *S*-förmig gebogenen Faserzügen, welche vom C. restiforme bis zum Eingang des gefalteten Kernes hinführen[1]).

Die Kerne der zerissenen Zone besitzen alle ein ungemein dichtes Spongiosalager und sie treten daher an gefärbten Präparaten als dunkle Massen hervor. Sie gruppiren sich theils zu gefalteten Blättern, theils zu einzelnen Streifen und Klumpen. Es gilt dies speciell auch von den Kernen des zarten und des Keilstranges, und deren Aussehen erweist sich daher, bei schwächerer Vergrösserung untersucht, als auffallend unruhig. Nicht uneigentlich bezeichnet es Meynert als ein geflammtes[2]).

4) Um die Zone der zerrissenen Kerne legt sich eine, aus allerdings ganz verschiedenartigen Bildungen bestehende Schicht von

1) Am besten finde ich dies Fasernsystem in der Figur 450 von W. Krause's Handb. d. Anatomie II, 753 wiedergegeben.

2) Meynert No. 7, S. 769.

weisser Substanz. Zu ihr gehören die Längsfaserzüge des C. restiforme und die Schichten des Stratum zonale, sowie die aufsteigende Wurzel des N. trigeminus. Am meisten medialwärts schliessen sich die Pyramiden an, welche ihrerseits durch einen medianen Schlitz von einander getrennt bleiben.

Im Grossen und Ganzen können wir, dem Gesagten zufolge, am Querschnitte des verlängerten Markes zwei aus vorwiegend grauer Substanz gebildete Schichten unterscheiden, die der geschlossenen und die der zerrissenen Kerne, welche lateralwärts unter einander zusammenhängen. Noch weiter schematisirt lässt sich die gesammte graue Substanz als eine einzige gebogene Platte auffassen, deren medialer Abschnitt als Schicht der compacten Kerne den Boden der Rautengrube bildet, deren laterale Hälfte jederseits umgelegt und als Schicht der zerrissenen Kerne unter die erstere gelagert erscheint. Der Zwischenraum zwischen beiden Plattenhälften wird von reticulärer Substanz eingenommen, und die äusserste Umkleidung besteht aus weisser Substanz. Die Vergleichung dieser Massenvertheilung mit der früher beschriebenen primären, bei welcher ja die motorischen Kerne und der Tractus solitarius bis dicht an die Aussenfläche heranreichten, ergiebt schon ohne vorangehende Kenntnissnahme der Zwischenstufen, dass die Schicht der zerrissenen Kerne nur secundär in ihre Lage gerückt sein kann, und es wird nun vor Allem zu untersuchen sein, woher die Bestandtheile dieser Schicht stammen, und wie sie in ihre Endstellung eingerückt sind.

Die Öffnung der Rautengrube im Bereiche des Calamus scriptorius.

1) Auf der Entwickelungstufe, die wir oben als primären Ausgangspunkt gewählt haben, stehen die beiden Flügelplatten steil emporgerichtet, unter einander nahezu parallel (Fig. 7).

2) Auf jene Stufe folgt diejenige der primären Lippenbildung: während der mediale oder Wangentheil der Flügelplatte seine steil aufgerichtete Stellung beibehält, biegt sich der laterale in früher besprochener Weise lippenartig um und legt sich jenem seitlich an (Fig. 8). Nur vorübergehend erhält sich die Furche zwischen Wangen- und Lippentheil der Flügelplatte, sie verwächst

binnen wenigen Tagen, und damit hört die Lippe vorläufig auf, den Charakter einer selbstständigen Bildung zu bewahren. An Stelle einer gebogenen Platte erscheint nun im Seitentheil des Markes ein gerundeter Wulst, dessen laterale Oberfläche die Taenia trägt. Ich bezeichne ihn zunächst als Flügelwulst. Die Bildung der Rautenlippe und des Flügelwulstes fallen in die 5. Woche. Die Lippe tritt nämlich bei Embryonen von 8—10 mm Nl auf, ihre Verwachsung mit dem Wangentheil vollzieht sich bei solchen von 11—13 mm.



Fig. 10.
Querschnitt des verlängerten Markes. Embryo *Sch.* Vergr. 40.

3) Stufe der Querstellung der Flügelplatte. Mit dem Beginn der 6. Woche macht die Öffnung der Rautengrube einen weiteren Fortschritt, indem sich die beiden Flügelwülste seitlich umlegen, so dass deren Convexität, welche bis dahin dorsalwärts gekehrt war, nun den lateralen Rand des Markes bildet. Der Wangentheil des Flügelwulstes sieht jetzt dorsalwärts und liegt mit der oberen Fläche der Grundplatte nahezu in derselben Ebene, wogegen der Lippentheil ventralwärts gekehrt erscheint.

Die Seitwärtsbiegung des Flügelwulstes geht im Vagustheil des verlängerten Markes noch weiter. Sein convexer Rand krümmt sich nämlich ventralwärts und es entsteht dadurch ein neuer lippenartiger Wulst, an welchem die gesammte ursprüngliche Flügelplatte betheiligt ist. Eine breite, weich auslaufende Rinne scheidet den Wulst von der medialwärts davon liegenden Grundplatte. Die Rinne behält in der Folge ihre ursprüngliche Tiefe nicht bei, aber sie erweist sich als eine

bleibende Bildung: durch alle nachfolgenden Stufen hindurch finden wir den aus der Flügelplatte hervorgegangenen Abschnitt des Markes, das Corpus restiforme der beschreibenden Anatomie, durch eine weiche Furche, den Sulcus restiformis, von dem medialwärts davon liegenden Abschnitt geschieden.

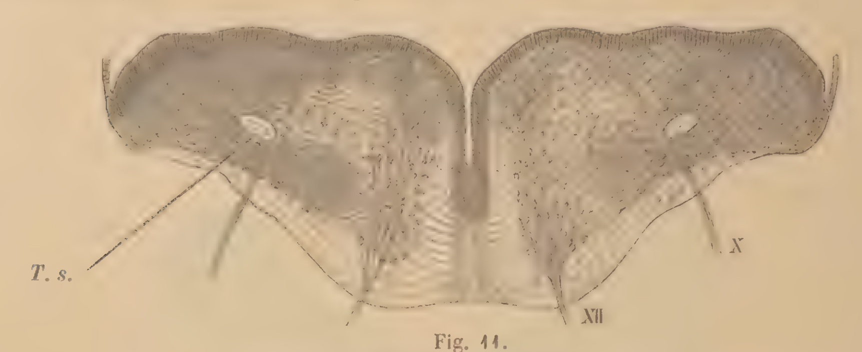


Fig. 11.
Querschnitt des verlängerten Markes. Embryo *CR.* Vergr. 40.

4) Die Stufe der ersten Olivenbildung. Während die eben geschilderten Umlagerungen der Flügelplatten bez. der Flügelwülste sich vollzogen haben, ist auch das Verhalten der Grundplatten nicht durchweg dasselbe geblieben. Auf jüngeren Stufen treten sie ventrikelwärts nur als flache Leiste hervor, dann aber nimmt

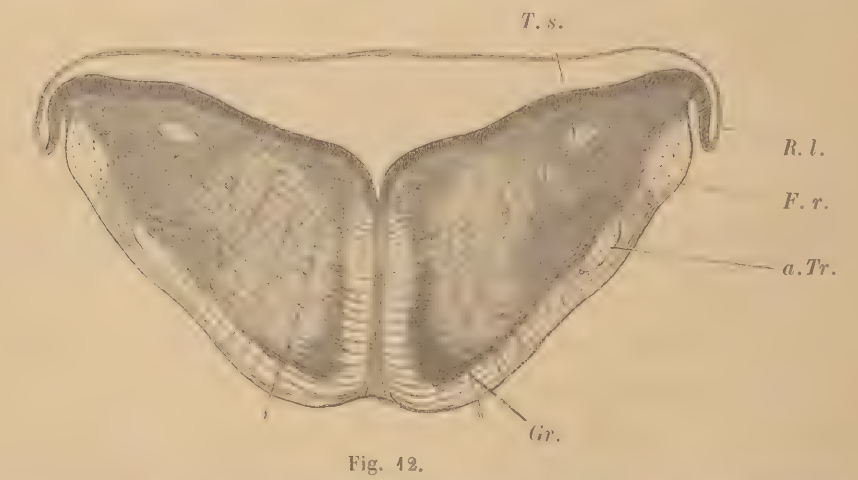


Fig. 12.
Querschnitt des verl. Markes. Embryo *Mr.* Vergr. 10. *R.l.* Secundäre Rautenlippe, *F.r.* Funiculus restiformis, *a. Tr.* aufsteigende Trigeminuswurzel, *Gr.* Gränzplatte mit einmündenden Olivenstreifen.

ihre Wölbung zu. Die medialen Hälften der beiderseitigen Oberflächen rücken sich in der Mittellinie entgegen und lassen schliesslich nur eine schmale Spalte zwischen sich frei. Die lateralen

Hälften der Grundplattenflächen stellen sich dagegen mehr und mehr transversal und so kommt es schliesslich, dass sie mit einander gleichgerichtet erscheinen und man z. B. bei Fig. 11 eine gemeinsame Querlinie durch die vorspringenden Punkte der beiderseitigen Grund- und Flügelplatten zu legen vermag. Nun folgt weiterhin eine Periode, in welcher der Boden der Spalte sich hebt und diese an Tiefe beträchtlich verliert. In der Zeit nimmt das Gebiet der Grundplatten an Dicke und an Breite erheblich zu, und auf dem Querschnitte desselben erscheinen die ersten scharf umgränzten Anlagen der Olivenkerne. Der Flügelplattenantheil der Querschnitte erscheint als ein relativ unbedeutender Anhang des in der Grundplatte befindlichen Hauptfeldes; sowohl dorsal- als ventralwärts setzt er sich durch eine seichte Furche von diesem letztern ab, und seine laterale Fläche trägt die wieder frei gewordene secundäre Rautenlippe.

Die Bildung und Ausbreitung der Neuroblasten im Calamusgebiet.

In der Zeit unmittelbar nach Ausbildung des Spongiosalagers beginnt eine sehr lebhafte Production von Keimzellen. So zähle ich z. B. bei Embryo *T* an den 10 μ dicken Schnitten durch das Calamusgebiet auf jeden Schnitt 60—70 charakteristische Keimzellen mit hellem Protoplasmahof und mit meistens sehr ausgesprochenen Mitosen. Anfangs noch kuglig von Gestalt und in den innern Abschnitten der Säulenschicht liegend, nehmen die Zellen weiterhin die Form von Neuroblasten an und rücken durch das Spongioblastenlager nach auswärts gegen den innern Saum des Randschleiers, hier zu einer ersten Mantelschicht sich anordnend. Der Charakter dieser ersten Mantelschicht ist an dem verlängerten Mark wesentlich derselbe, wie am Rückenmark. Die Schicht beginnt am dorsalen Ende der Flügelplatten sehr schmal, sie verbreitert sich nach vorn und läuft medialwärts in einen etwas aufgetriebenen Wulst, den Vorderhornwulst aus. Dieser Wulst umschliesst, wie ich dies bei früherem Anlass gezeigt habe[1]), in einem grossen Theil seiner Länge den Hypoglossuskern, und weiter oben den Kern des Abducens. Die

1) No. 1, S. 360.

beiden Vorderhornwülste sind durch einen ca. 0,3 mm breiten Zwischenraum von einander geschieden, in welchen die ventriculäre Medianfurche sich hereindrängt. Die Zellenplatte, welche die Furche auskleidet, bildet eine ventralwärts gerichtete Leiste, und zwischen

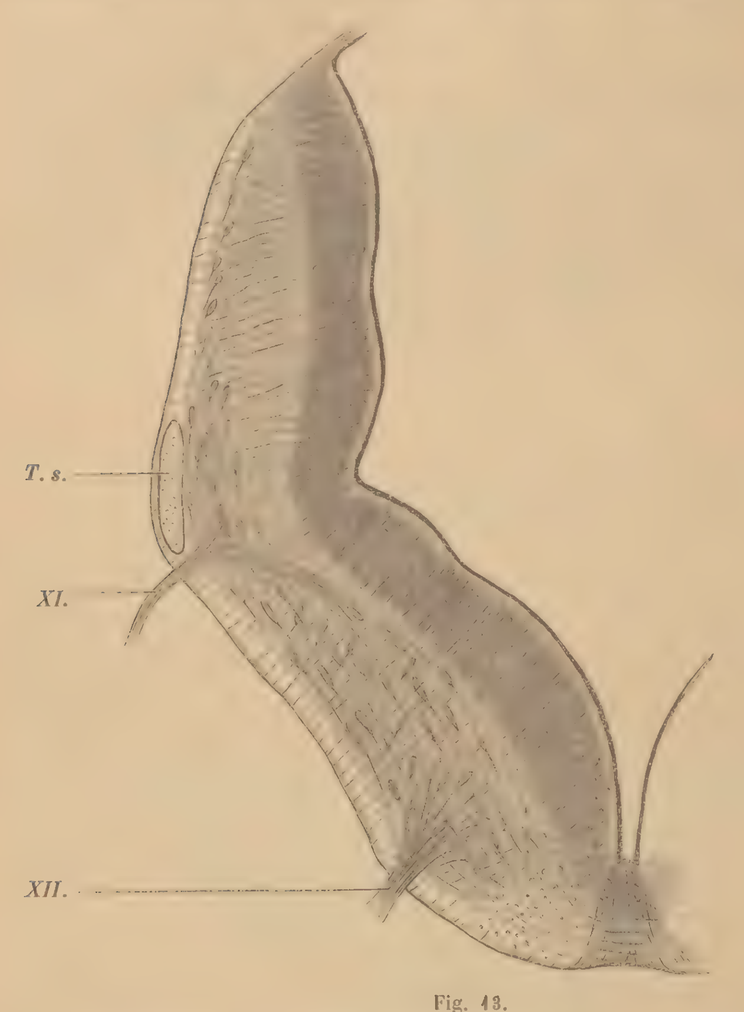


Fig. 13.

Querschnitt durch das verl. Mark vom Embryo *Ko* mit eingezeichneten Neuroblasten. Vergr. 100. *XI.* Accessorius, *XII.* Hypoglossus, *T.s.* Tractus solitarius.

dieser und dem Vorderhornwulst liegt ein vom allgemeinen Randschleier ausgehendes dreieckiges zellenfreies Feld, welches in der Folge von Längsfasern eingenommen wird und das ich als das primäre Vorderstrangfeld bezeichne. Das von der medialen Zellenleiste ausgehende Septum Medullae ist im Beginn der 5. Woche noch niedrig und es wird von wenigen Querfasern durchsetzt, welche

beiderseits in die primären Vorderstrangfelder eintreten. Ein Theil der Fasern verliert sich hier durch Umbiegung in Längsfasern, ein anderer Theil steht jenseits vom Vorderstrangfeld mit den Zellen der Mantelschicht in Verbindung. Gleich der vorderen Commissur des Rückenmarkes enthält somit die primäre Raphe des verlängerten Markes Fasern, welche, aus Zellen der Mantelschicht der einen Seite stammend, in den Vorderstrang der andern Seite übergehen, und zwar constatire ich sowohl den Übergang von Fasern, welche unweit der Mittelebene aus Zellen der Grundplatte entspringen, als auch von solchen, welche aus entlegeneren Abschnitten der Flügelplatte herkommen.

Die Mantelschicht enthält in ihrer ganzen Ausdehnung Neuroblasten und von diesen ausgehende Nervenfasern. Am dorsalen Ende der Flügelplatte umfasst sie auf jüngeren Stufen der Breite nach nur 1—2 Zellen, dieselben verlaufen parallel der Oberfläche, und sie entsenden ihre Ausläufer in langgezogenen Bogen ventralwärts. Mit der Annäherung an die Grundplatte nimmt die Mantelschicht an Breite zu, die bogenförmige Verlaufsrichtung ihrer Zellen bleibt im Ganzen dieselbe, nur kommen an ihrer inneren Seite zahlreiche schräg gestellte Neuroblasten hinzu, welche zwischen den radiären Stützfasern der Innenplatte hervortreten und ihre Fortsätze gleichfalls an die Bogensysteme abgeben. Ähnlich gerichtete Zellen mit medialwärts verlaufenden Bogenfasern finden sich weiterhin im gesammten Bereich der Grundplatte bis über den Hypoglossuskern hinaus. Die Neuroblasten der motorischen Kerne des Hypglossus, Accessorius, Vagus u. s. w. schicken ihre zu Büscheln geordneten Fortsätze nach den betreffenden Austrittsstellen an der Oberfläche des Markes. Diese Zellen und Fasern kreuzen sich mit denen der Bogensysteme, insbesondere wird der Hypoglossuskern von Bogenfasern theils von aussen, theils von innen her umgriffen, theils auch direct durchsetzt. Jenseits von der Mantelschicht liegt eine schmale Schicht von Randschleier, welche von Zellen frei ist. Ebenso liegt der Tractus solitarius, nachdem er einmal angelegt ist, lateralwärts von der Zellenstrasse der Mantelschicht.

Die ventralwärts verlaufenden Bogenfasern sind zum Theil bis zur Mittellinie verfolgbar und betheiligen sich hier an der Bildung der Raphe, aber die Zahl dieser die Mitte überschreitenden Fasern

ist viel unbedeutender als die der Fasern, welche von der dorsalen Seite her in den Vorderhornwulst eindringen. Entweder ist zu der Zeit ein Theil der Fasern noch zu kurz, um die Mittellinie zu erreichen, oder es biegt ein Theil derselben in die Längsstränge der vorderen Markhälfte um. Die bis zur Commissur verfolgbaren Fasern entstammen den inneren Bündeln der Bogenformation, während die äusseren Bündel noch vor, oder bald nach ihrem Eintritt in das Vorderstrangfeld sich verlieren.



Fig. 14.
Querschnitt des verl. Markes vom Embryo *Ru* mit eingezeichneten Neuroblasten, Vergr. 100,

Mit der Entstehung der Rautenlippe tritt in der Geschichte der Medulla oblongata ein Wendepunkt, ein und es erscheint zum Verständniss der nachfolgenden Stufen nothwendig, die Eigenschaften des Querschnitts gleich nach Bildung der Lippen und vor Verwachsung der äusseren Lippenspalte genauer zu studiren. Ich halte mich dabei an die Schnitte des 9,1 mm langen Embryo *Ru* (Fig. 14). Infolge der Einbiegung, welche die dorsale Hälfte der Flügelplatte

erfahren hat, laufen die Balkenstrahlen des umgebogenen Stückes schräg an der Furche aus, und sie treffen hier unter spitzen Winkeln zusammen mit denjenigen des anstossenden Wangentheils. Der Wangentheil der Flügelplatte zeigt nunmehr eine 10—15 Zellen breite Mantelschicht mit medialwärts oder leicht schräg gerichteten Neuroblasten. Die äusseren Neuroblastengruppen entsenden ihre Fasern in schrägen Bogen nach dem angränzenden Randschleier, die Mehrzahl der entstehenden Bogenfasern schlägt innerhalb der Mantelschicht den Weg nach der Grundplatte ein. Lateralwärts reicht die zellenführende Mantelschicht unmittelbar bis an den Tractus solitarius heran, und sie wird nach aussen von einem zellenfreien Randschleier in der Breite von 0,05—0,07 mm überragt.

Beim Übergang in die Grundplatte ändert sich der Charakter der Mantelschicht: die Zellen erscheinen von da ab minder dicht zusammen gedrängt; Züge von Neuroblasten mit medialwärts gerichteten Fortsätzen sind auch hier noch bis in den Vorderhornwulst herein vorhanden, aber daneben treten reichlich Zellen mit abweichender Richtung der Ausläufer auf. So finden sich im Seitenhorntheil der Grundplatte Neuroblasten, welche ihre Fasern an den Accessorius bez. an den motorischen Vagus und Glossopharyngeus abgeben, welche demnach mit ihren Spitzen lateralwärts, anstatt medialwärts, gerichtet sind. Vor allem aber enthält der Vorderhorntheil der Grundplatte überwiegende Mengen von Neuroblasten, deren Fortsätze das Mark der Dicke nach durchsetzen, sei es dass sie in Hypoglossuswurzeln übergehen, sei es dass sie sich zwischen den Längs- und Querbündeln der Grundplatte verlieren. Es kreuzen sich dem Gesagten zufolge innerhalb der Grundplatte die Nervenzellen und die Bündel von Nervenfasern auf das Vielfältigste, und wir können schon jetzt von einer Formatio reticularis derselben reden. Dieselbe erstreckt sich zur Zeit noch durch die ganze Tiefe der Mantelschicht, und eine strenge Scheidung der Netzschicht vom Hypoglossus- und vom Accessoriuskern ist nicht durchführbar. Immerhin lässt sich unschwer erkennen, dass die Mehrzahl der Wurzelbündel des Hypoglossus aus den tiefen Abschnitten der Mantelschicht herstammt, und dass auch vom Accessorius dasselbe gilt.

Mit der zunehmenden Vertiefung der Mantelschicht hebt sich der Vorderhornwulst der grauen Substanz immer bestimmter von

den medialwärts daran liegenden Theilen ab. Das ihn umgreifende Feld des primären Vorderstranges nimmt auch seinerseits an Tiefe zu, und es wird nunmehr von zahlreichen Bündeln von Bogenfasern durchsetzt, welche durchweg bis zur Raphe verfolgbar sind. Der grössere Theil dieser Commissurenbündel kommt aus dem Vorderhorn hervor, wobei die am meisten dorsal liegenden ziemlich starke Biegungen beschreiben, um die Raphe zu erreichen. Innerhalb der letzteren verlaufen die Nervenfasern transversal und sie kreuzen die Gerüstfasern des Septum unter rechten Winkeln. Ein kleiner Theil der in die Raphe eintretenden Nervenbündel kommt zunächst aus dem Randschleier. Diese Bündel haben an verschiedenen Stellen des Umfanges die Mantelschicht verlassen, und sie stammen aus solchen Neuroblasten, welche den äusseren Lagen derselben angehören. Die Zahl von Bündeln, welche schon auf die gegenüberliegende Seite des Markes vorgedrungen sind, scheint noch unerheblich. Auf den nächstfolgenden Stufen findet man eine nicht geringe Menge von Faserzügen, welche nach der Aussenfläche des Randschleiers hin schräg auslaufen. Diese Faserzüge sind bereits gekreuzt und sie stammen von Neuroblasten der gegenüberliegenden Seite (Fig. 15).

Sehr bald nach Bildung der Rautenlippe verwachsen im Calamusgebiet die sich berührenden Wandungen der äusseren Lippenfurche und von da ab besteht eine directe Durchtrittsbahn für die in der Rautenlippe entstandenen Neuroblasten. Dieselben treten durch die Verwachsungstelle hindurch und gelangen zunächst an die Aussenfläche der bisherigen Mantelschicht der Flügelwange. Durch die Lückenräume des innern Randschleiers dringen sie immer weiter medialwärts vor, umgreifen von Aussen den Tractus solitarius und erreichen jenseits desselben das laterale Feld der Grundplatte.

Am übersichtlichsten gestalten sich die Verhältnisse dieses Zellenstromes in der Zeit kurz nach dessen Auftreten. So ist bei dem 10,5 mm langen Embryo *Ha* die Trennung des von der Flügelwange und des von der Rautenlippe herkommenden Zellenstromes noch deutlich erkennbar. Jener geht, wie dies ja schon vor Bildung der Rautenlippe der Fall gewesen war, dicht an der inneren Seite des Tractus solitarius vorbei, wogegen der zweite Strom den letzteren von Aussen her umgreift. Jenseits des Tractus kommen beide Zellen-

ströme zusammen, und der äussere läuft im Seitentheil der Grundplatte mit verwaschenen Gränzen aus, dem Auslaufe eines trüben Bergbaches in einen klaren See vergleichbar. Auf dieser Stufe ist der von der Rautenlippe herkommende Zellenstrom noch schmal (0,04—0,06 mm oder 6—8 Zellen breit). Schon bei Embryonen von 13—14 mm Nl hat der Strom an Breite bedeutend zugenommen

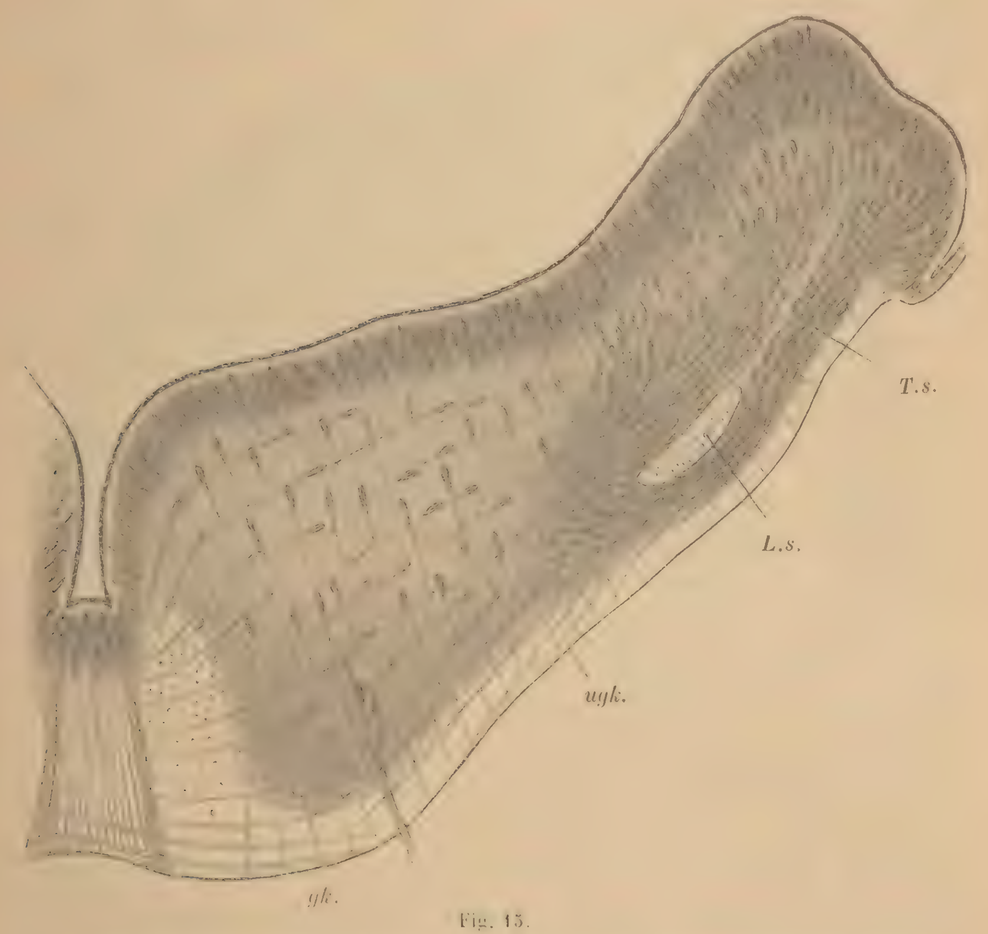


Fig. 15.

Querschnitt durch das verlängerte Mark am Embryo *Ha* (Nl 10,5 mm) mit eingezeichneten Neuroblasten. Vergr. 100. Der Tractus solitarius *Ts.* ist von den aus der Rautenlippe kommenden Zellen schon umgriffen. Beide Zellenströme, der aus der Rautenlippe und der aus der Flügelwange kommende sind noch deutlich unterscheidbar.

(auf 0,12—0,16 mm), und zu Ende des 2. Monats ist die nach Aussen vom Tractus solitarius liegende Zellenschicht 10—15 mal so breit als bei Embryo *Ha* (bei Embryo *Mr* über ½ mm breit).

Die ursprüngliche Scheidung zwischen dem von der Rautenlippe und dem von der Flügelwange herkommenden Neuroblasten-

strom besteht nur sehr kurze Zeit, da die Gränzen zwischen beiden Strömen dies- und jenseits des Tractus solitarius sich bald verwischen. Während nun aber der äussere Strom an Breite immer mehr zunimmt, bleibt der Abstand zwischen dem Tractus und der Ventrikelfläche während des ganzen 2. Monats nahezu derselbe (0,24—0,27 mm). In der Flügelwange findet zwar während der Zeit eine reichliche Neubildung von Neuroblasten statt, allein diese treten grossentheils in radiärer Richtung durch die primäre Mantelschicht hindurch bis in die äussere Zellenlage. Der Tractus solitarius selber zeigt sich in der Zeit von einzelnen radiär gestellten Neuroblasten durchsetzt. Ich fasse den Zusammenhang der Verhältnisse so auf, das etwa von der 6. Woche ab die in der Flügelwange entstandenen Neuroblasten in den von der Rautenlippe herkommenden Strom übertreten und mit jenem gemeinsam den breiten Complex bilden, welcher den Tractus solitarius von Aussen her umgreift.

Die von der Seite her in die Grundplatte eindringenden Neuroblasten rücken nun schaarenweise gegen die Mittellinie vor, indem sie die Seiten- und Vorderhornfelder ventralwärts streifen. In kurzer Entfernung vom Septum und an der Gränze des das letztere einsäumenden weissen Substanzstreifens machen die am meisten medialwärts vorgedrungenen Neuroblasten halt und sammeln sich zu einer sagittal gestellten dicken Platte, der Gränzplatte, wie ich sie nennen werde. Dieselbe durchsetzt mehr als die halbe Tiefe des Markquerschnittes, bleibt indessen von der ventralen Oberfläche gleichwie von dem Septum durch einen schmalen Streifen von Randschleier geschieden. Da wo die Gränzplatte ihre grösste Entwickelung erreicht, ist sie medialwärts ausgebogen und zeigt, anschliessend an ihren sagittalen, einen kürzeren ventralen Schenkel, dessen Richtung der Markfläche parallel verläuft. Zahlreiche schräge Zellenstreifen verbinden die Gränzplatte mit dem Complex, welcher an der Gränze der Grundplatte, ventralwärts vom Tractus solitarius angehäuft ist, und durch dessen Vermittelung hängt sie mit den Massen der Flügelplatte selber zusammen (Fig. 12).

So bekommen wir folgende allgemeine Anordnung der Zellenmassen: Die unter dem Boden des Ventrikels sich hinziehenden Zellenlager der Grundplatte setzen sich über dem Tractus solitarius hinweg in das Gebiet der Flügelplatte fort, von hier aus führt eine

zusammenhängende Reihenfolge von mehr oder minder dicht gelagerten Zellensträngen unter dem Tractus solitarius vorbei in die Grundplatte zurück und diese Stränge finden ihr Ende in der dem Septum zugekehrten Gränzplatte. Wir haben also zwei, jenseits vom Tractus solitarius in einander umbiegende Zellenschichten und erkennen darin unschwer jene beiden Schichten wieder, welche ich für

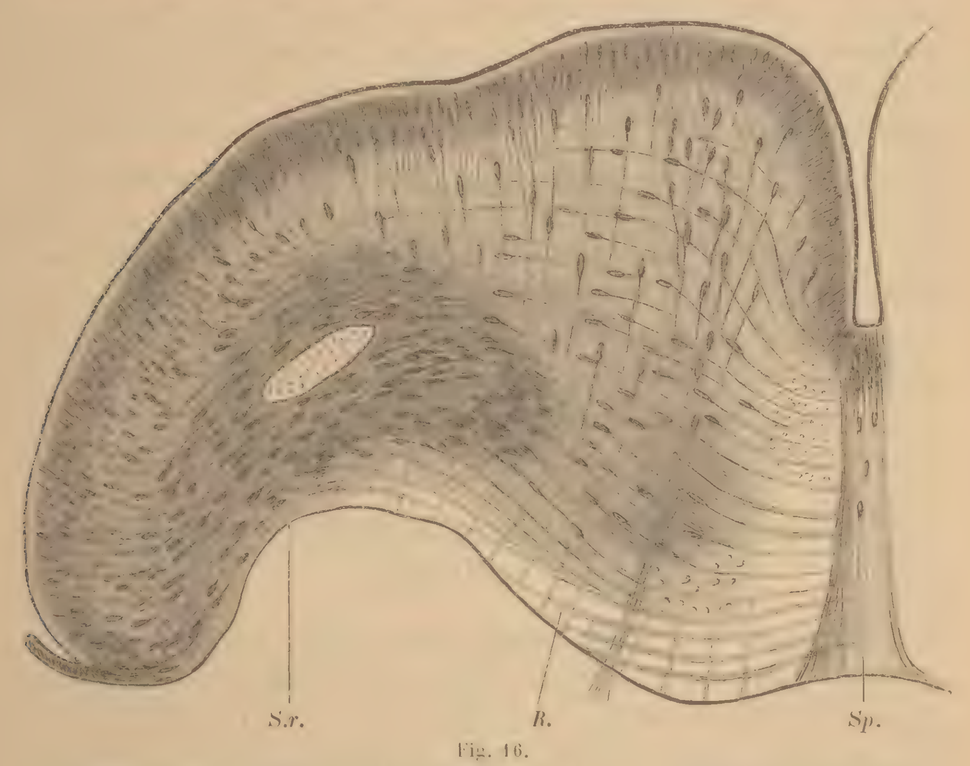


Fig. 16.
Querschnitt durch das verlängerte Mark am Embryo *CR* (Nl 13,6 mm) mit eingezeichneten Neuroblasten. Vergr. 100. *S.r.* Sulcus restiformis, *R.* gekreuzte Fasern der Raphe.

das ausgebildete Mark als die Schicht der geschlossenen und die der zerrissenen Kerne unterschieden habe. Zwischen beiden liegt schon jetzt ein intermediäres Lager von netzförmiger Substanz; von Aussen her wird die Schicht der zerrissenen Kerne von einem schmalen Streifen von Randschleier umfasst. Dieser hängt medialwärts mit dem zellenarmen Substanzstreifen zusammen, welcher neben der Raphe liegt und dem auch das oben beschriebene primäre Vorderstrangfeld angehört.

Dem Gesagten zufolge finden die Zellenmassen der primären Grundplatte ihre Verwendung bei der Bildung der motorischen Vor-

der- und Seitenhornkerne (des Hypoglossuskerns einerseits, des motorischen Accessorius-, Vagus- und Glossopharyngeuskerne andrerseits), aus ihnen stammen auch grossentheils die zerstreuten grauen Herde der reticulären Substanz. Die primäre Flügelplatte liefert dagegen aus ihrer medialen Hälfte die Ala cinerea, nebst der Gruppe der Randkerne. Aus ihrem Lippentheil gehen alle die Zellen hervor, welche dem Complex der zerrissenen Kerne angehören. Diese Zellen verlassen den Ort ihrer ersten Bildung und durchdringen die medialwärts daran liegenden Gebiete des Markes. Die Bildung der Rautenlippe und ihre Verwachsung mit der an sie anstossenden Fläche bilden die einleitenden Vorgänge, welche die so weit reichende Ausbreitung ihrer Zellen erst möglich machen. Die Oliven und ihre Nebengebilde sind demnach, soweit es sich um ihre Zellen handelt, Abkömmlinge der Flügelplatte und morphologisch entstammen sie derselben Längszone des Markrohres, aus der in höher gelegenen Abschnitten des Gehirns das Cerebellum, die Vierhügel, die Sehhügel und die Grosshirnhemisphären hervorgehen.

Der Querschnitt des Calamusgebietes gegen Ende des 2. Monats.

Auf die etwas summarische Beschreibung des vorigen Abschnittes lasse ich nun eine eingehendere Darstellung folgen[1]: Gegen Ende des 2. Monats, bei Embryonen von 18—22 mm Nl., stellt sich der offene Theil des verlängerten Markes als eine dicke, leicht dorsalwärts gekrümmte Platte dar, welche sich nach beiden Seiten hin etwas verjüngt. (Taf. II.) Wir unterscheiden an ihr eine dorsale, eine ventrale und zwei niedrige Seitenflächen. Neben den letzteren findet sich jederseits der Übergang der Taenia in die Deck-

1) Die frontal geschnittenen Embryonen, welche bei obiger Beschreibung benutzt worden sind, tragen die Bezeichnungen *Zw* (Nl 18,5 mm) und *Mr* (Nl 22 mm), ferner *Dd* und *My*. Die Notizen über die genauere Länge der beiden letzten Embryonen sind mir abhanden gekommen. In ihrer Entwickelung stehen diese zwischen den beiden zuerst aufgeführten, und ihre Länge muss ca. 20 mm betragen haben. *My* ist ist um weniges weiter entwickelt als *Dd*. Die Profilconstruction von *My* findet man in obiger Fig. 6, S. 16, die von *Mr* in Fig. 5, S. 13.

platte. Die dorsale, dem vierten Ventrikel zugekehrte Fläche erscheint nur schwach, die ventrale, äussere Fläche dagegen stärker gebogen. Jene zeigt ausser einer tiefen medianen Längsrinne zwei seichte Seitenfurchen, welche die ursprüngliche Gränze von Grundplatte und Flügelplatte bezeichnen. Auch an der ventralen Oberfläche sind drei Längsfurchen vorhanden, eine mittlere und zwei seitliche, von denen die letzteren seichter sind, als die Mittelfurche, und einen breiten Boden haben. Dies sind die Sulci restiformes der obigen Darstellung, durch welche die späteren Corpora restiformia vom übrigen Mark getrennt werden. Das medialwärts davon liegende Gebiet umfasst die Anlage der Oliven und den dazwischen liegenden Streifen der Olivenzwischenschicht. Von Pyramiden[1]) kann man zu der Zeit noch nicht reden, dagegen lässt sich an den Austrittslinien der Hypoglossuswurzeln erkennen, wo die Gränze des engeren Olivenbezirkes zu suchen ist.

An der dorsalen Markfläche scheidet die seichte Seitenfurche die aus der Grundplatte hervorgegangene Eminentia teres von den der Flügelplatte entstammenden Bezirken der Ala cinerea und der Randkerne. Zu einer schärferen Umgränzung der Kerne ist es noch nirgends gekommen. Der Tractus solitarius liegt der dorsalen Markfläche sehr viel näher, als der ventralen, er zeigt einen etwas abgeplatteten Querschnitt und die in ihn übergehenden sensibeln Nervenbündel erreichen ihn an seinem medialen Rande.

Mit Hülfe der oben beschriebenen Furchen und des Tractus solitarius ist man im Stande, das Feld der ursprünglichen Grundplatte ziemlich scharf von dem der Flügelplatte zu trennen, und da fällt allerdings auf, wie sehr das letztere Gebiet hinter dem ersteren in der Flächenzunahme zurückbleibt. Laut planimetrischer Ausmessung der Markquerschnitte in der Höhe des Vaguseintrittes macht der Antheil der Flügelplatte am Gesammtquerschnitt im Beginn des 2. Monats (*Ko*) 41,5 % aus, am Ende desselben Monats (*Mr*) nur noch 27,5 %. Vorübergehend fällt der Werth sogar noch unter 25 %.

---

1) Nach Flechsig, dem wir den Nachweis von dem späten Auftreten der Pyramiden verdanken, fehlen diese beim Fötus von 11—12 cm S.S., beim Fötus von 25 cm S.S. sind sie dagegen vorhanden und haben die Oliven bereits zur Seite gedrängt. No. 8. S. 132 und 142 und Taf. X, Fig. 1 und 5.

Während von der Stufe *Ko* zur Stufe *Mr* das Feld der Grundplatte auf das ungefähr 10fache ansteigt, ist bei dem der Flügelplatte eine nur ungefähr 5fache Zunahme vorhanden[1]. Die Änderung im Verhältniss der Flügelplatte zur Grundplatte ist mit der Thatsache in Beziehung zu bringen, dass die in der ersteren entstehenden Neuroblasten den Ort ihrer Bildung grossentheils verlassen und in die Grundplatte übertreten.

Die Flügelplatte bewahrt ihr dichtes Gefüge durch geraume Zeit; gegen Ende des 2. Monats beginnt sie sich indessen auch ihrerseits aufzulockern, und ihre frühere so breite und unscharf abgegränzte Innenschicht reducirt sich, gleichwie in der Grundplatte auf jene etwa 50 μ dicke Lage von inneren Spongioblasten, welche wir in der Folge als das Epithel des Ventrikels zu bezeichnen pflegen. Die innere Spongioblastenschicht besteht nunmehr in ihrer ganzen Ausdehnung aus radiär gestellten Zellen, deren Kerne bis nahe an die Ventrikelfläche heranreichen. Ihre inneren Enden verbinden sich zur M. limitans interna und diese sieht man an gut erhaltenen Präparaten von langen Wimpern überragt. Die Zellenleiber lagern sich büschelweise zusammen, und zwischen den einzelnen Büscheln bleiben freie Zwischenräume übrig, als die Stellen, wo früher Keimzellen und Neuroblasten gelegen haben[2]). Nach auswärts entsenden die Spongioblasten feine fadenförmige Fortsätze, die auf grosse Entfernung hin verfolgbar sind und als Markstrahlen zur ventralen Oberfläche sich verlängern. Desgleichen finden sich zu der Zeit spindelförmige und dreieckige Spongioblastenleiber durch die gesammte

1) Folgendes sind die Ergebnisse der Messung:

	absolutes Maass der Querschnitte in qmm			in % des Gesammtquerschnittes	
	Gesammtquerschnitte:	Grundpl.:	Flügelpl.:	Grundplatte:	Flügelplatte:
Ko. . .	0,40	0,234	0,166	58,5	41,5
Zw. . .	1,24	0,90	0,34	72,6	27,4
Dd. . .	1,58	1,24	0,34	78,5	21,5
My. . .	1,82	1,38	0,44	75,6	24,4
Mr. . .	3,20	2,32	0,88	72,5	27,5

Das Minimum von der relativen Entwickelung der Flügelplatte fällt, wie man sieht, nicht auf den 8 Wochen alten Embryo *Mr*, sondern auf die etwas jüngeren Embryonen *Dd* und *My* und dies erklärt sich dadurch, dass bei *Mr* die Längsbündel der Corpora restiformia schon erheblich an Umfang gewonnen haben.

2) Neuroblasten-Aufsatz No. 9, S. 323 und Taf. II, Fig. 16.

graue Substanzanlage zerstreut, ja sogar bis in die weisse Substanz hereinreichend. Dicht unter der Schicht der inneren Spongioblastenleiber finden sich Blutgefässe, und in der Grundplatte liegen Gruppen von Neuroblasten, welche ihre Faserbündel ventralwärts, in der Richtung der Hypoglossuswurzeln entsenden.

Die Sonderung einer epithelartigen Gränzschicht um den Ventrikelraum herum fällt zusammen mit dem Schwinden von Keimzellen in dessen Umgebung. Zuerst verlieren sich diese Elemente in der Grundplatte, später erst in der Flügelplatte und zuletzt im Lippengebiete der letzteren. So finde ich bei *Zw* innerhalb der Grundplatte nur sehr sparsame, innerhalb der Flügelplatte ziemlich reichliche Keimzellen mit Mitosen. Auch bei *Dd* enthält die letztere noch zahlreiche Keimzellen, bei *Mr* sind solche nur noch im lateralen Theil der Flügelplatte aufzufinden. Mit dem Schwinden der Keimzellen fallen die Bedingungen zur Bildung neuer Neuroblastenschübe dahin, wir können also das Ende des 2. Monats als die Zeit bestimmen, in der die Bildung neuer Nervenzellen im verlängerten Mark aufhört. Das Vorhandensein einer unbestimmt auslaufenden Innenschicht kann als gröberes Merkmal dafür angesehen werden, dass der Bildungsprozess neuer Nervenzellen noch im Gang ist. Mit dessen Abschluss kommt es zur epithelähnlichen Begränzung der inneren Spongioblastenlage. Die Bestandtheile dieser Lage sind zwar schon vor der Zeit ihres scharfen Hervortretens vorhanden gewesen, aber sie waren durch die Massen der bei der Neuroblastenbildung betheiligten Zellen verdeckt, und es bedurfte der Entfernung der letzteren, um dieselben isolirt zur Anschauung zu bringen.

Wie dies oben dargethan wurde, so hatte sich im Laufe der 5. Woche die primäre Rautenlippe mit dem anstossenden Wangentheil der Flügelplatte verbunden, und von dem Zeitpunkt ab hatte sie an die medialwärts von ihr liegenden Markabschnitte gedrängte Schaaren von Neuroblasten abgegeben. Nach Einstellung ihrer productiven Thätigkeit trennt sich die Rautenlippe durch eine tief einschneidende Spalte vom Corpus restiforme ab und wird von Neuem frei. Es ist dies ein sehr auffallender Vorgang, aber er lässt sich mit grosser Bestimmtheit feststellen. Bei dem Embryo *Zw* geht die von der inneren Spongioblastenschicht bekleidete innere Lippenfurche am stumpfen Seitenrande des Markes vorbei ventralwärts, und ihre

mediale Gränzschicht hängt noch allenthalben ohne Unterbrechung mit der übrigen Markmasse zusammen. Bei *Mr* hat die Spalte noch dieselbe Stellung wie zuvor, ihre mediale Gränzschicht ist aber nur noch an ihrem dorsalen Ende mit dem Corpus restiforme verbunden, im Übrigen durch einen von der Bauchseite herkommenden Schlitz davon abgesetzt. Es besteht somit neuerdings eine Rautenlippe, welche zwar aus der primären hervorgegangen, von dieser aber durch ihre dünne hautartige Beschaffenheit wesentlich unterschieden ist und die nur deren von Neuroblasten entleerten Rest darstellt. Ich werde sie als secundäre Rautenlippe bezeichnen. Sie besteht aus einer der inneren Spalte zugekehrten Lage von dicht gedrängten Zellen und aus einer nach Aussen davon befindlichen dünnen Schicht von spongiöser Substanz. Am Ursprung beträgt ihre Dicke etwa $^1/_{10}$ mm, nach dem ventralen Ende verjüngt sie sich bis auf ein Drittel dieses Werthes und geht dann mit rascher Umbiegung in die den Ventrikel lateralwärts abschliessende Epithelplatte über. Diese Platte fängt vom Ende des 2. Monats ab zottenartig gegen den Ventrikelraum vorspringende Auswüchse zu bilden. Insofern wir späterhin unter dem Worte Taenia den markhaltigen Substanzstreifen verstehen, welcher den Zusammenhang der massigen Gehirntheile mit der epithelialen Adergeflechtplatte vermittelt, so ist ersichtlich, dass der ganze freie Theil der secundären Lippe in der Taeniabildung mit aufgeht. Es umfasst somit die secundäre oder definitive Taenia ein breiteres Gebiet als die primäre. Ihre laterale Gränze wird durch den Beginn der Chorioidealzotten bezeichnet, ihre mediale durch den Ursprung des medialen Lippenrandes aus dem Corpus restiforme.

Der Beginn der Abspaltung ist bei den Embryonen *Dd* und *My* zu erkennen, hier trennt eine noch wenig tiefe Furche den ventralen Rand der Lippe von einem compacten Bündel von Längsfasern, welcher als rundlicher Strang über die Oberfläche hervortritt. Bei weiter fortgeschrittener Spaltenbildung erscheint auch dies Faserbündel breiter und es greift tief in die mediale Spaltenwand über. Es ist dies das Faserbündel des Corpus restiforme oder der Funiculus restiformis, der als solcher in's Kleinhirn führt. Ein keilförmiger Fortsatz der anstossenden Bindegewebsmasse dringt in den ventralen Spalteneingang vor. In der Folge hebt sich die aus der

secundären Rautenlippe hervorgegangene Taenia vom Corpus restiforme ab und wendet sich mit ihrem scharfen Rande lateralwärts.

Gliederung der grauen Substanz.

Auch am Schlusse des 2. Monats tritt die Gliederung der grauen Substanz noch lange nicht mit der Schärfe hervor, welche spätere Perioden kennzeichnet. Wohl sind die Nervenzellen zum Theil schon in ihre bleibende Lage eingerückt, aber die Nervenzellen als solche, besonders die protoplasmaarmen Jugendstufen derselben genügen noch nicht, um der Schnittfläche jene scharfe Zeichnung zu geben, durch welche die weiter entwickelten Nervenkerne sich abheben. Die scharfe Umgränzung der ausgebildeten Nervenkerne findet ihre Hauptbedingung in der Ausbildung eines ungemein dichten Spongiosalagers. Man braucht nur einen feinen Durchschnitt vom verlängerten Mark eines älteren Fötus oder eines Neugeborenen anzusehen, um die Überzeugung zu gewinnen, dass die auffallendsten Eigenthümlichkeiten der Oliven oder anderer scharf gezeichneten grauen Massen durch die Gerüstsubstanz bestimmt sind. Erst in späteren Perioden erreicht aber die die Nervenzellen umschliessende Gerüstsubstanz dieses dichtere Gefüge, bis zum Schluss des 2. Monats ist dasselbe verhältnissmässig noch sehr lose.

Bei schwacher Vergösserung erscheint, wie wir oben sahen, jede Seitenhälfte des Markquerschnittes als ein schräges Viereck mit abgerundeten Ecken. Die mediale Seite des Vierecks wird durch die Raphe, die laterale zuerst durch die innere und später durch die äussere Lippenspalte begränzt. Weitaus der grösste Theil des Feldes ist von der Anlage grauer Substanz eingenommen, und das Gebiet weisser Substanz erscheint nur als ein schmaler Saum. Dieser Saum bildet einen im spitzen Winkel gebrochenen Bogen, dessen medialer Schenkel der Raphe, dessen ventraler der freien Oberfläche entlang läuft. Nach Wiederablösung der häutigen Rautenlippe dehnt sich das Gebiet weisser Substanz auch auf die Gränzfläche der äusseren Lippenspalte aus.

Die Zellen vertheilen sich ungleich über das Feld der grauen Substanz, die umfänglichste Anhäufung derselben findet sich in der lateralen Hälfte um den Tractus solitarius herum, und jenseits von

demselben. Ein dorsalwärts von der aufsteigenden Trigeminuswurzel liegender Zellenhaufen beurkundet sich durch diese seine Lage als Vorläufer der gelatinösen Substanz. Andere besonders dichte Massen nehmen die dorsolaterale Ecke des Markes ein, und hier dauert auch, wie dies oben gezeigt wurde, die Neubildung von Zellen am längsten an. Die Gränzplatte bildet eine fernere massige Anhäufung und sie begränzt das graue Feld medial- und ventralwärts. Seitwärts hängt die Gränzplatte durch schräge Verbindungsstreifen mit den Zellenhaufen des Corpus restiforme zusammen. Am dorsalen Rande des grauen Feldes liegt unter der Ependymschicht der Eminentia teres ein unregelmässig umgränztes Zellenlager, welchem die motorischen Kerne des Rautengrubenbodens angehören. Indem die eben aufgezählten dichteren Zellenlager die vier Seiten des grauen Feldes bilden, umrahmen dieselben ein relativ zellenarmes Mittelfeld, welches den Hauptraum der früheren Grundplatte einnimmt und als die Anlage der Substantia reticularis sich erweist.

Somit können wir am Ende des 2. Monats vier, allerdings unscharf von einander gesonderte Gebiete unterscheiden:

1) Das Gebiet der motorischen Kerne.
2) Das Gebiet der Substantia reticularis.
3) Das Gebiet der lateralen Kerne mit Inbegriff der Substantia gelatinosa.
4) Das Gebiet der Olivenkerne.

Diese vier Gebiete bedürfen mit Rücksicht auf die in ihnen vorkommenden Zellen und Faserzüge einer gesonderten Schilderung.

Gebiet der motorischen Kerne. Innerhalb des an und für sich schon etwas dichteren Zellenlagers unter der Ependymschicht treten einzelne unregelmässig umgränzte Nester hervor, deren Elemente sich durch ihre Grösse und Form von den einfachen Neuroblasten unterscheiden. Das Protoplasma dieser Zellen ist dem Kerne nicht mehr einseitig angefügt, es bildet um den Kern herum eine allseitige Umkleidung, die allerdings noch schmal ist und die halbe Kernbreite kaum erreicht. Ausser dem Axenfortsatz zeigen diese Zellen noch einen oder zwei kürzere, anscheinend stumpf auslaufende Fortsätze, deren einer vom Gegenpol auszugehen pflegt. Am auffälligsten treten diese Zellenmassen hervor, einestheils im Ursprungsgebiet der Vorderhornwurzeln von Abducens und Hypoglossus und

anderntheils in dem der motorischen Seitenhornwurzeln von Trigeminus, Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius. In diesen verschiedenen Gebieten reichen die Wurzelbündel bis nahe an die Ependymschicht heran, bei ihrem weiteren Verlauf nach Aussen gesellen sich aber denselben kleinere Neuroblastengruppen bei, von denen sie Faserzuschuss bekommen, und so pflegen die aufgezählten Kerne weder nach der Fläche noch nach der Tiefe eine scharfe Umgränzung zu besitzen.

Zwischen den Faserzügen, welche nach ihrer Verlaufsrichtung den Wurzelbündeln der Vorder- und der Seitenhorngruppe zuzuweisen sind, finden sich grössere Mengen von radiär verlaufenden Bündeln, welche die Formatio reticularis durchsetzen, ohne jedoch die Oberfläche zu erreichen. Auch diese Faserbündel sind von Zügen von Neuroblasten begleitet, welche bis an die Gränze der weissen Substanz heran reichen können. Die Menge dieser radiären Faser- und Zellenzüge nimmt im Allgemeinen von Innen nach Aussen hin ab, was den Schluss erlaubt, dass die betreffenden Nerven innerhalb der Formatio reticularis ihre Richtung ändern und in Längsbündel umbiegen.

Die Formatio reticularis ist nach dem eben Gesagten von der Schicht der motorischen Kerne nicht scharf zu scheiden. Ihre Bestandtheile sind, ausser den eben beschriebenen, radiär gestellten Faser- und Zellenbündeln, solche Züge, welche in Bogenlinien der Raphe zustreben. Auch bei diesen sind die Faserbahnen von gleichläufigen Neuroblasten begleitet. Radiäre und Bogenfasern bilden zusammen ein netzförmiges Flechtwerk, in dessen Maschenräumen die Querschnitte von feinen Längsfasern sichtbar sind. Es besitzt somit die Formatio reticularis im Wesentlichen schon den Charakter, der ihr bleibend zukommt. Blutgefässe und von Spongioblasten begleitete Gerüststrahlen durchsetzen das Mark in gleichfalls radiärer Richtung und es bedarf oftmals einer sorgfältigen Prüfung, um diese Bildungen von einander und von den Nervenbündeln zu unterscheiden.

Das Gebiet der lateralen Kerne bildet einen zellenreichen Complex, innerhalb dessen der Tractus solitarius eine natürliche Orientirungsmarke giebt. Wir können sonach die Massen nach ihrer Lage zum Tractus bezeichnen. Eine Scheidung der verschiedenen Kerne mit Ausnahme etwa der Substantia gelatinosa ist zur Zeit nicht

möglich, dagegen vermag man die Richtung festzustellen, nach welcher die Faser- und Zellenzüge in den verschiedenen Districten angeordnet sind. Das laterale Markgebiet zeigt im Allgemeinen zwei sich kreuzende Verlaufrichtungen von Zellen und Fasern, eine radiäre und eine bogenförmige. Die in Bogenlinien angeordnete Zellen finden sich am reichlichsten in der Strecke ventralwärts vom Solitärtractus, und sie schliessen sich ohne bestimmte Gränze den gestreiften Massen des Olivenbezirkes an. Die radiären Züge gaben ihre Hauptvertretung medialwärts vom Tractus, und während ein Theil derselben bis zur weissen Substanz ventralwärts vordringt, verlieren sich andere schon vorher in die Dicke des Markes. Im Bezirk lateralwärts vom Tractus zeigen die aus der Rautenlippe sich entwickelnden Zellenschaaren einen schrägen, ventrolateralwärts gerichteten Verlauf, und sie convergiren gegen die Ecke, in welcher sich der Funiculus restiformis bildet.

Den Ausgangspunkt für die Betrachtung des Olivenbezirkes bildet die oben beschriebene Gränzplatte. Sie besteht aus Neuroblasten, welche, aus der Rautenlippe stammend, medialwärts bis zur Gränze des medialen weissen Substanzstreifens vorgerückt sind, und die hier halt gemacht haben. Gegen das weisse Innenfeld setzt sich die Platte verhältnissmässig scharf ab, wogegen ihre laterale Begränzung weniger scharf erscheint. Die Platte nimmt nämlich an ihrer lateralen Fläche zahlreiche Zellenstreifen auf, welche im allgemeinen um so dichter und breiter sind, je näher an der ventralen Markfläche sie liegen. Diese Olivenstreifen bilden mit der ventralen Markfläche sehr spitze Winkel, indem ihr laterales Ende etwas weiter dorsalwärts zu reichen pflegt, als das mediale. Die ventrale Gränzplatte besteht da, wo sie deutlicher ausgebildet ist, aus einer Aufeinanderfolge verdickter Enden von schräg gerichteten Olivenstreifen, und in ihr wechseln daher von früh ab zellenreiche Schichten mit zellenarmen. Eine gleiche Schichtung macht sich auch an der Hauptplatte geltend. Lateralwärts reichen die Olivenstreifen bis in das Gebiet der Seitenkerne herein, ihr Verlauf ist ein gebogener und in der Regel bestehen sie aus je einem dichteren lateralen und medialen Abschnitt, zwischen welche sich ein helleres Mittelstück einschiebt. Die Gränzplatte und die Olivenstreifen bestehen aus Neuroblasten, deren Axencylinder medialwärts gerichtet sind. In der

Gränzplatte bilden dieselben conisch angeordnete Gruppen, deren Faserbüschel dem Septum zustreben.

Die Gränzplatte wird von den Hypoglossuswurzeln in schräger Richtung durchsetzt und zwar ziemlich weit lateralwärts. Insoweit die Hauptmasse der Platte medialwärts von diesen Nerven liegen bleibt, kann sie nur bei Bildung der medialen Nebenoliven Verwendung finden. Bei der Bildung der Hauptolive spielen die oben beschriebenen Olivenstreifen die Hauptrolle und es ist leicht zu sehen, dass zu Ende des 2. Monats das zur Olivenbildung dienende Zellenmaterial noch nicht vollständig an Ort und Stelle gebracht ist. Am Ende

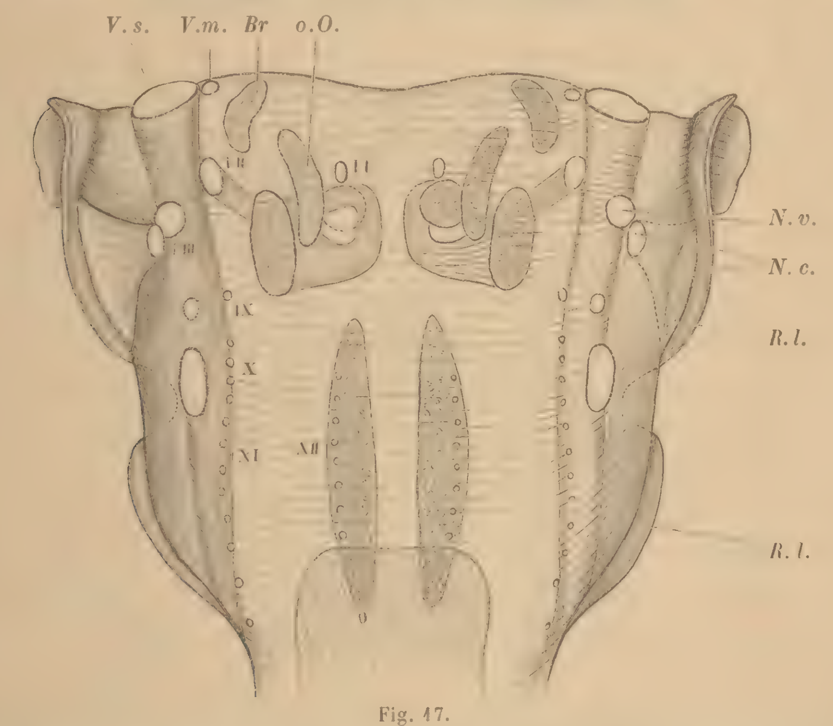


Fig. 17.

Ventrale Flächenansicht des verlängerten Markes von Embryo *Mr*. Constructionsbild. Vergr. 15. — Die Kerne von Olive (bez. die Gränzplatte), oberer Olive, Brücke, Facialis und Abducens sind eingezeichnet. Die Nervenaustritte sind weiss ausgespart. Links vom Beschauer ist die Längsfaserung des Tractus intermedius und Funiculus restiformis eingetragen, rechts sind die den Tractus intermedius umgreifenden und in den F. restiformis übergehenden Bogenfasern dargestellt. Rechts ist der N. cochleae abgeschnitten, man sieht auf den Querschnitt der Fasern, welche den F. restiformis lateralwärts umgreifen. Der intramedullare Verlauf des N. facialis ist links vollständig, rechts nur theilweise eingezeichnet, dafür ist links der Abducenskern nur punktirt angegeben. *O.* Olivengränzplatte, *o.O.* obere Olive, *Br.* zackiger Brückenkern, *N.v.* Nerv. vestibuli, *N.c.* Nerv. Cochleae, *Rl.* Rautenlippe.

des 3. Monats dagegen erscheint die Olive bereits als gezackte Masse, mit ihrer offenen Stelle allerdings noch mehr dorsalwärts gerichtet als später. Ihre secundäre Drehung kommt durch die später auftretenden Pyramiden zu Stande.

Gleichzeitig mit der olivaren Gränzplatte bilden sich in einem höher gelegenen Abschnitte des Rautenhirns die obere Olive und innerhalb des Brückengebietes ein zackiger Kern, den wir als zackigen Brückenkern bezeichnen können. Die Lage dieser beiden Kerne ist aus den Constructionsfiguren 5 und 17 zu entnehmen. Der obere Olivenkern liegt medialwärts vom Facialiskern, den er nach oben überragt (Taf. III). Der zackige Brückenkern steht etwas weiter lateralwärts als die beiden Olivenkerne.

Gliederung der weissen Substanz.

Die weisse Substanzanlage bildet, auf dem Querschnitt betrachtet, einen im Winkel gebrochenen Bogen, welcher aus einem medialen, neben der Raphe liegenden und einem ventralen, die Oberfläche einsäumenden Schenkel besteht. Jenen bezeichne ich mit Flechsig als das innere Feld, diesen als die weisse Randzone des verlängerten Markes. Nach Abspaltung der secundären Rautenlippe kommt dazu noch ein kürzerer lateraler Schenkel, welcher vom Funiculus restiformis eingenommen wird.

Flechsig[1]) zerlegt nach den Beobachtungen am älteren Fötus sein inneres Feld in mehrere Unterabtheilungen, zunächst in die Vorderstrangreste und die Olivenzwischenschicht, und erstere theilt er wieder in die hinteren Längsbündel und den Vorderstrangtheil der Formatio reticularis. Diese zwei, bez. drei Abschnitte des inneren weissen Feldes sind, wie die Vergleichung der verschiedenen Entwickelungsstufen ergiebt, nicht alle gleichzeitig aufgetreten. Zuerst hat sich der Theil gebildet, den man mit einem sehr unzweckmässigen Namen das hintere Längsbündel nennt. Wir sind diesem Feld schon bei Embryonen vom Beginn des 2. Monats begegnet, und wir haben es dort (S. 36) das primäre Vorderstrangfeld genannt. Dasselbe bildete einen Zwickel, welcher den Vorderhornwulst medialwärts umgriff, und es liess sich constatiren, dass das Feld, gleichwie im Rückenmark, Längsfasern enthält, welche das Vorderhorn der gegenüberliegenden Seite verlassen haben. Das primäre Vorderstrangfeld liegt im Raum zwischen

1) No. 8, S. 332 und Taf. XI, Fig. 2.

der medianen Längsfurche der Rautengrube und dem motorischen Vorderhorn, und es wird sichtbar zu einer Zeit, da das Septum medullae noch sehr niedrig ist. Dieselbe charakteristische Lage im einspringenden Winkel zwischen dem Hypoglossuskern und dem dorsalen Anfangstheile der Raphe kommt auch dem hinteren Längsbündel des entwickelten Markes zu.

Das Septum sowohl, als der zellenführende Bezirk der Grundplatte nehmen im Verlaufe des 2. Monats an Tiefe erheblich zu, und damit gewinnt auch das zwischen beiden eingeschlossene innere weisse Feld entsprechend an Ausdehnung. Dasselbe enthält ein Gerüst von verzweigten Bälkchen und es wird der Quere nach von bogenförmigen zur Raphe tretenden Faserzügen durchsetzt. Im hintern Längsbündel sind diese Faserzüge dünn, im übrigen Feld viel stärker, und deren Zahl nimmt im gesammten Innenfeld mit der Zeit erheblich zu. Die Tiefenzunahme des Septum beruht auf einer Verlängerung seiner Gerüstfasern, womit auch eine Verschiebung einzelner kernhaltigen Zellenleiber einhergeht. Ebenso sind bei der Dickenzunahme der Grundplatte die gerüstbildenden Elemente in erster Linie betheiligt und der durch deren Ausdehnung gewonnene Raum wird weiterhin von den neu sich vorschiebenden Zellen- und Faserzügen durchsetzt.

Die weisse Randzone hat je nach Ort und Entwickelungsstufe etwas verschiedene Breite. Im Allgemeinen beträgt diese zwischen 0,1 und 0,15 mm. Stellenweise dringen die Olivenstreifen so tief in dieselbe vor, dass sie als besondere Schicht kaum mehr vorhanden ist. Ausser dem spongiösen Gerüst enthält die Randzone vor Allem die Züge von gekreuzten Bogenfasern. Etwa von der Mitte des 2. Monats ab (Embryo *CR* Fig. 16), d. h. noch ehe die Olivenzellen in ihre Lage eingerückt sind, begegne ich, wie oben (S. 40) erwähnt wurde, Bündeln, welche von der Raphe aus zur freien ventralen Markfläche hinführen. Diese Faserbündel sind nach rückwärts durch die Raphe hindurch bis zwischen die Zellengruppen der andern Seite zu verfolgen, es sind somit solche, welche die Mittellinien bereits gekreuzt haben und welche auf dem Wege sind, lateralwärts weiter vorzudringen. Anfangs findet man diese gekreuzten Faserbündel in mässiger Zahl und sie laufen in einiger Entfernung von der Mittellinie an der ventralen Oberfläche aus. Zu Ende des 2. Monats

hat ihre Menge erheblich zugenommen, ein guter Theil derselben erreicht nunmehr als Gürtelfasern die laterale Oberfläche des Markes und geht hier in den zu der Zeit auftretenden Funiculus restiformis über.

Im Maschenwerk zwischen den Gerüst- und den Bogenfasern der weissen Randzone finden sich vielfach zertheilte Bündel von feinen Längsfasern. Ihr Gebiet erstreckt sich von der Austrittslinie der Hypoglossuswurzeln seitwärts bis zu der Linie, längs deren die motorischen Seitenhornwurzeln, der Nn. accesorius, vagus und glossopharyngeus das Mark verlassen. Jenseits von dieser Linie treten compacte Stränge von Längsfasern auf, und zwar sind am Querschnitte zwei Hauptfelder unterscheidbar, ein ventral- und ein lateralwärts gerichtetes. Das ventralwärts gerichtete Feld ist von abgeplattet ovaler Gestalt und es besteht aus drei oder vier, durch Bogenfasern unterbrochenen Schichten von groben Fasern, ich bezeichne dasselbe vorerst als Tractus intermedius. Dorsalwärts davon liegt die Subst. Rolandi als gedrängter Zellenhaufen, ventralwärts wird es von der Oberfläche durch einen Gürtel von Bogenfasern geschieden. Die motorischen Seitenwurzeln streifen den medialen Rand des Tractus intermedius, die sensibeln Wurzelbündel von Vagus und Glossopharyngeus halten sich an dessen lateralen Rand, treten indessen grossentheils noch durch den Tractus hindurch.

Der Tractus intermedius ist, soweit ich ihn bis jetzt verstehe, kein einheitliches Gebilde. Sein oberer Theil umfasst die aufsteigende Wurzel des N. trigeminus. Bei Embryo *My* ist der Tractus von oben herab bis in die Höhe der unteren Vaguswurzeln zu verfolgen, und soweit möchte er wohl in der Zeit dem Trigeminus zuzutheilen sein. Bei *Mr* reicht derselbe bis in's Rückenmark herab, sein unterer Theil ist aber erheblich breiter als der obere, was nur verständlich erscheint unter der Voraussetzung eines neu hinzukommenden Antheils. Der Lage nach ist an die Kleinhirnseitenstrangbahn zu denken, welche nach der Darstellung Flechsig's lateralwärts von der aufsteigenden Wurzel des Trigeminus und in unmittelbarer Berührung mit dieser sich entwickelt[1]. Ist diese Voraussetzung, die der Prüfung durch weiteres Material bedarf, richtig, so besteht der

1) Flechsig No. 8, S. 325 und Taf. XX, Fig. 1.

Tractus intermedius aus der vom verlängerten Mark in's Rückenmark eindringenden Trigeminuswurzel und aus der vom Rückenmark nach dem verlängerten Mark sich ausbreitenden Kleinhirnseitenstrangbahn. Bei *My* ist von letzterer sicherlich noch nichts vorhanden.

Der Tractus intermedius wird von den oberflächlich verlaufenden Bogenfasern theils durchsetzt, theils überlagert. Diese gelangen jenseits davon in ein Feld, das man als das des Funiculus restiformis oder als Area restiformis bezeichnen kann. Dasselbe ist nur unscheinbar, so lange sich die secundäre Rautenlippe nicht abgelöst hat. Nach erfolgter Ablösung nimmt das Feld fast den ganzen Raum ein zwischen der Austrittslinie der äussersten sensibeln Fasern und der Abgangsstelle der Rautenlippe. Die Area restiformis bildet nunmehr einen etwas gebogenen, breiten Streifen, in dessen medioventrale Kante die Bogenfasern eintreten, während die dorsolaterale ein mehr oder minder abgerundetes Bündel von gröberen Longitudinalfasern umschliesst. Letzteres Bündel finde ich in seinen Anfängen schon bei *My* angelegt, aber nur im untersten, an das Rückenmark anstossenden Theil der Medulla oblongata. Schon in der Höhe der Vaguswurzeln fehlt das Bündel nebst den zu ihm hintretenden Bogenfasern. Dagegen zeigt sich dasselbe bei *Mr* bis zur oberen Gränze des verlängerten Markes, es ist erheblich mächtiger als zuvor und verliert seine scharfe Umgränzung in eben dem Maasse, als ihm neue Faserbündel aus den schräg sich umbiegenden Bogenfasern zuwachsen. Den Hauptzuwachs bilden die zum Theil sehr mächtigen Gürtelstränge, d. h. die Bündel von Bogenfasern, welche von der weissen Randzone oder von deren unmittelbarem Gränzgebiet aus in den Funiculus eintreten. Ein Theil dieser Bündel ist schon von der Mittellinie ab innerhalb der Randzone verlaufen, ein anderer Theil hat streckenweise die graue Substanz durchsetzt, und sein Gebiet reicht bis zur dorsalen Gränze des Olivenbezirkes. Da nun die Gürtelstränge zum überwiegenden Theil auf Olivenzellen der gegenüberliegenden Seite zurückführbar sind, so bestätigt sich die Auffassung Meynert's [1]), welcher zuerst gelehrt hat, dass die Corpora restiformia Fasern aus der gegenüberliegenden Olive beziehen.

1) Bei Flechsig No. 8, Taf. XX, Fig. 1 ist der Bezirk der Fasern, welche aus den Oliven und der Formatio reticularis abgeleitet werden, lateralwärts von

Weniger klar ist das Verhalten der Bogenfasern der tiefgelegenen Primärbezirke der grauen Substanz: ein irgendwie ausgiebiger Übertritt solcher Fasern in den Funiculus restiformis ist nicht zu constatiren. Es ist möglich, dass ein solcher erst in Entwickelung begriffen ist, vielleicht gelangen indessen die gekreuzten tieferen Bogenfasern überhaupt nicht in die Funiculi restiformes, sondern biegen in Längsfasern um, oder sie erleiden noch vor Erreichung der Gränze der grauen Substanz ein anderes Endschicksal.

Nervenkerne und Nervenwurzeln. Tractus solitarius.

Jene klare Übersichtlichkeit, mit welcher sich die Nervenkerne und Nervenwurzeln zu Ende des ersten Monats dargestellt haben, ist zu Ende des zweiten Monats nicht mehr vorhanden: die Menge der neu hinzugekommenen Zellen und Faserzüge hat die Einfachheit des ursprünglichen Bildes aufgehoben, und noch fehlt das Moment, welches später die Erkennung der zusammengehörigen Zellengruppen erleichtert, ihre Zusammenfassung durch dichte Gerüstsubstanzen. So ist man beim Studium der Nervenkerne vor allem darauf angewiesen, die an der Oberfläche hervortretenden Wurzelbündel als Ausgangspunkt der Beobachtung zu nehmen und von diesen aus rückläufig die zugehörigen Centren im Mark aufzusuchen[1]).

Der Austritt der Nervenwurzeln aus dem Mark, bez. deren Eintritt in dasselbe geschieht in drei Zeilen (Fig. 17):

in der Zeile der motorischen Vorderhornwurzeln,
- - - - - Seitenhornwurzeln,
- - - - sensibeln Wurzeln.

---

der Kleinhirnseitenstrangbahn und oberflächlicher als diese gezeichnet, nach den Anmerkungen im Text kommen jedoch auch Vermischungen beider Bahnen vor. Jedenfalls ist daraus zu entnehmen, dass die Area restiformis zum grossen Theil noch von der Kleinhirnseitenstrangbahn mit benutzt wird. Bei Embryo *Mr* ist letztere Bahn höchstens in ihrem unteren, dem Tractus intermedius angehörigen Theil vorhanden. Da die Fasern der Area restiformis nur lose geschichtet sind, ist die Möglichkeit eines nachträglichen Eindringens neuer Bestandtheile verständlich.

1) Ausser den oben aufgeführten Reihen von frontal geschnittenen Embryonen habe ich zur Ausarbeitung dieses Abschnittes die quergeschnittenen Embryonen *Zw* (18,5 mm Nl), *Lo* (28,5 mm SSl.) und die vorzügliche Sagittalreihe von *FM* (17,5 mm Nl) benützt.

Jede dieser Zeilen pflegt eine mehrfache zu sein, entsprechend der Zusammensetzung der Nerven aus verschiedenen Bündeln, welche theils hinter einander, theils aber auch neben einander zur Oberfläche treten. Die Zeilen der motorischen Vorder- und der Seitenhornwurzeln sind durch einen breiten Zwischenraum von einander geschieden, dagegen liegen die der letzteren und der sensiblen Wurzeln nahe beisammen, und sie convergiren nach abwärts, bis sie sich am unteren Ende des Vagusgebietes unmittelbar berühren. Der Tractus intermedius trennt theilweise die lateralen motorischen Wurzeln von den sensibeln. Letztere treten mit ihren Bündeln durch dessen laterale Hälfte hindurch, während die motorischen Seitenhornwurzeln seinen medialen Rand streifen.

Von der Brückenkrümmung aus nach abwärts folgen sich in der mittleren Zeile die Bündel des N. abducens und die des N. hypoglossus. Jene, 6—8 an der Zahl, erscheinen in geringem Abstande hinter der Brückenkrümmung und treten in schräger Richtung nach vorn, um sich zu einem Stamm zu vereinigen. Zwischen den hintersten Abducens- und den vordersten Hypoglossusbündeln bleibt ein ziemlich langer, wurzelfreier Raum übrig. Der Hypoglossus geht aus einer Reihe von Wurzelbündeln hervor, die zunächst zu zwei, auf längere Entfernung getrennt bleibenden Stämmchen zusammentreten. Das Austrittsgebiet des Hypoglossus reicht bis zum einspringenden Winkel der Nackenkrümmung. In unmittelbarem Anschluss an die untersten Bündel dieses Nerven folgen die obersten des N. cervic. I. Die zwischen beiden Wurzelgebieten hindurchtretende A. vertebralis bezeichnet an Sagittalschnitten genau, was dem einen und dem anderen angehört.

Die Reihe der seitlichen motorischen Wurzeln beginnt oben mit der compact auftretenden kleinen Portion des Trigeminus, welche sich gleich nach ihrem Freiwerden dem Ganglion Gasseri medialwärts anlagert. In einiger Entfernung davon, aber in derselben Flucht liegend, kommt der N. facialis mit mehreren sehr dicken Bündeln, dann folgt ein längerer leerer Zwischenraum, jenseits dessen die in den Glossopharyngeus übergehenden Bündel frei werden; ihre Austrittsstelle fällt in die Höhe der obersten sensibeln Bündel dieses Nerven. Ebenso treten die in den Vagus übergehenden obersten Seitenhornwurzeln neben dem oberen Rande der sensibeln auf. Von

da aus erstreckt sich eine fortlaufende Reihe hervortretender Bündel bis zum Rückenmark herab, von denen die paar ersten direct in den Vagusstamm übergehen, während die nachfolgenden zum Accessorius sich sammeln.

Verfolgt man die aufgezählten motorischen Wurzeln in's Mark hinein, so ergiebt sich Folgendes: Die Bündel des N. abducens lassen sich zu Zellengruppen zurückverfolgen, welche gleich unter dem subventriculären Facialisstamm liegen. Der hier befindliche Abducenskern ist indessen nicht scharf zu umgränzen, auch erstrecken sich längs der Wurzelbündel kleine Gruppen von Neuroblasten bis tief in die Formatio reticularis herein.

Der N. hypoglossus verhält sich ganz ähnlich wie der Abducens, auch seine Wurzelbündel sind zum Theil bis dicht unter die Lage der Ependymzellen, zu hier liegenden Neuroblastengruppen zu verfolgen, zum Theil aber stammen die Fasern aus solchen Zellen, welche in verschiedenen Tiefen der Formatio reticularis, deren von Innen herkommenden Bündeln sich anlegen. Auch der Hypoglossuskern bildet noch keine abgeschlossene Masse, die ihm angehörigen Zellengruppen liegen zerstreut und durch zellenarme Zwischenfelder von einander getrennt.

Von den Seitenhornnerven kommt der motorische Trigeminus zunächst aus einem dreikantigen Zellenhaufen, welcher gleich diesseits von der Brückenkrümmung seinen Anfang nimmt und der unter dem Boden der Rautengrube am Randtheil der Grundplatte gelegen ist. Der Zellenhaufen verlängert sich nachweisbar in das Brückengebiet hinein, allein ich vermag nicht zu erkennen, wie weit herauf man von einem Trigeminuskern reden darf, und auch über das Verhalten der absteigenden Wurzel gewähren meine Präparate keine entscheidenden Anschauungen.

Der N. facialis tritt mit mehreren compacten Bündeln zur Oberfläche und behauptet den Charakter eines geschlossenen Stammes in seinem gesammten subventriculären Theile, d. h. in der Strecke, welche neben der Mittellinie liegt, im Knie selber und in dem lateralwärts laufenden Querstück. Dagegen bilden die aus dem Kern zum Ventrikelboden heraufsteigenden Wurzeln keine gröberen Bündel, sondern sie treten vereinzelt unter die Ventrikelfläche. Der Kern des Facialis ist ziemlich bestimmt umgränzt, er überragt nach oben nur

um Weniges die Höhe des subventriculären Querstücks, nach unten hört er in der Höhe der ersten austretenden Glossopharyngeuswurzeln auf. Ventralwärts reicht er bis unweit vom Rand der Formatio reticularis, medialwärts von seiner oberen Hälfte liegt der Kern der oberen Olive, lateralwärts davon die austretenden Facialisbündel und ein daneben befindlicher Zellenhaufen, der (Taf. III) zur Substantia gelatinosa gehört.

Die Kerne der motorischen Wurzeln von Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius liegen gleich dem motorischen Trigeminuskern unter und etwas medialwärts von der Rinne, welche am Boden der Rautengrube die Flügel- von der Grundplatte scheidet. Auch diese Kerne bilden keine zusammenhängenden Massen, sondern bestehen aus kleinen, mehr oder minder bestimmt umschriebenen Zellenhaufen, von denen einige auf dem Querschnitt eine dreieckige Grundform darbieten.

Das Verhalten der in das Mark eintretenden sensibeln Wurzeln ist am besten an Sagittalschnitten zu studiren, obwohl auch diese keine nach allen Richtungen hin entscheidenden Anschauungen geben. Jeder der drei sensibeln Nerven, der Trigeminus, Glossopharyngeus und Vagus geben einen starken Complex von Fasern an eine dem Rückenmark zustrebende sog. aufsteigende Wurzel ab[1]. Die aufsteigende Wurzel des erstgenannten Nerven verläuft im Tractus

1) Den Ausdruck »aufsteigende Wurzel« habe ich in dieser und in früheren Arbeiten beibehalten, der Sinn jedoch, den ich mit dem Wort verbinde, ist ein anderer als der ursprünglich gemeinte. Clarke und Meynert, die meines Wissens zuerst von aufsteigenden Glossopharyngeus-, Vagus- und Trigeminuswurzeln gesprochen haben, sind von der Voraussetzung ausgegangen, dass diese Wurzeln in tiefer liegenden Abschnitten des Centralorganes entspringen und von da aus in aufsteigender Richtung ihre Austrittsstelle erreichen. Diese Auffassung haben auch die späteren Forscher getheilt und sie haben beim Gebrauch der Bezeichnung einer »aufsteigenden Wurzel« ganz allgemein die Verlaufsrichtung des intermedullar gelegenen Wurzelstückes im Auge gehabt. Nun wachsen aber die Wurzeln der oben genannten Nerven von den Ganglien aus in's Gehirn herein und von da aus in der Richtung des Rückenmarkes weiter. Es wäre daher gerechtfertigt gewesen, die bisherige Bezeichnung in die von »absteigenden Wurzeln« umzukehren. Ich habe mich hierzu nicht entschliessen können, weil ich befürchten musste, dadurch Verwirrung zu schaffen. Es kann auch die bisherige Bezeichnung sehr wohl beibehalten werden, nur haben wir das Wort »aufsteigend«, anstatt auf die intramedullare, auf die zwischen Ganglion und Gehirn gelegene, extramedullare Strecke

intermedius, die von Glossopharyngeus und Vagus treten in den Tractus solitarius, ausserdem aber gehen von diesen Nerven auch starke Bündel nach anderen, z. Th. entgegengesetzten Richtungen ab, ebenso laufen die Fasern des N. acusticus nach ihrem Eintritt in's Mark nach völlig verschiedenen Richtungen auseinander. Dies Auseinanderstrahlen der in das Mark eintretenden Nerven erscheint in einem neuen Licht, seitdem wir durch Ramon y Cajal wissen, dass die in das Rückenmark eintretenden sensibeln Fasern sich theilen und dass jeder ihrer Theilzweige feine Collateraläste nach der grauen Substanz entsendet. Dies gilt, wie Kölliker gezeigt hat, auch für die Nn. Trigeminus, Glossopharyngeus und Vagus.

Es muss monographischen Arbeiten vorbehalten bleiben, für jeden dieser Nerven die genaue Endigungsweise festzustellen und die nachfolgenden Bemerkungen können sich nur auf das gröbere Verhalten derselben unmittelbar nach ihren Eintritt in's Mark beziehen.

N. trigeminus. Wie alle Nerven, die aus umfänglichen Ganglien kommen, so besteht auch der N. trigeminus in seinem Wurzelstück aus Bündeln von gekreuztem Verlauf, hintere Bündel treten nach vorn, vordere nach rückwärts, mediale Bündel lateralwärts, laterale medialwärts. Weitaus die Hauptmasse der Fasern wendet sich kurz nach ihrem Eintritte in's Mark spinalwärts und geht in die aufsteigende Wurzel über. Diese besteht aus drei bis vier flachen Bündeln, welche aus dem vorderen Theil des Ganglion hervorkommen und, unter einem rechten Winkel umbiegend, nahe an der Oberfläche ihren Weg nehmen. Die Bündel divergiren etwas gegen die Eintrittsstelle des N. vestibuli hin, dann treten sie wieder näher zusammen, in der Folge kreuzen sie sich noch mit den sensibeln Bündeln des Glossopharyngeus und des Vagus. Das untere Ende der aufsteigenden Trigeminuswurzel ist schwer zu bestimmen, weil die vom Rückenmark herkommende Kleinhirnseitenstrangbahn sich an sie anlagert. Der oben beschriebene Tractus intermedius besteht anfangs nur aus der aufsteigenden Trigeminuswurzel, später umfasst er

zu beziehen. In dem Sinn können wir auch die Wurzeln des N. olfactorius und den N. opticus als »aufsteigend« bezeichnen. Gleichbedeutend mit der Bezeichnung einer »aufsteigenden Wurzel« ist diejenige einer »Hinterstrangbildung« des Gehirns (man vergl. No. I, S. 376).

die beiden in entgegengesetzter Richtung zusammentreffenden Bildungen. Zwischen den Bündeln des Stranges und mediodorsalwärts von ihm finden sich dichter gehäufte kleine Zellen als Anlage der **Substantia gelatinosa**. Von aussen her werden die Bündel von den in den Funiculus restiformis übergehenden Bogenfasern umgriffen. (Man vergl. auch Taf. II bis IV.)

Noch schwieriger zu entwirren sind die Verhältnisse der übrigen in das Mark eindringenden Wurzelbündel des Trigeminus. Der medialste Abschnitt der Wurzel wird von starken Bündeln eingenommen, welche aus dem dritten Aste stammen und nach ihrem weit vorn erfolgenden Eintritt die Richtung nach dem Ventrikelboden einschlagen. Diese Bündel sind wohl durchweg der motorischen Por-

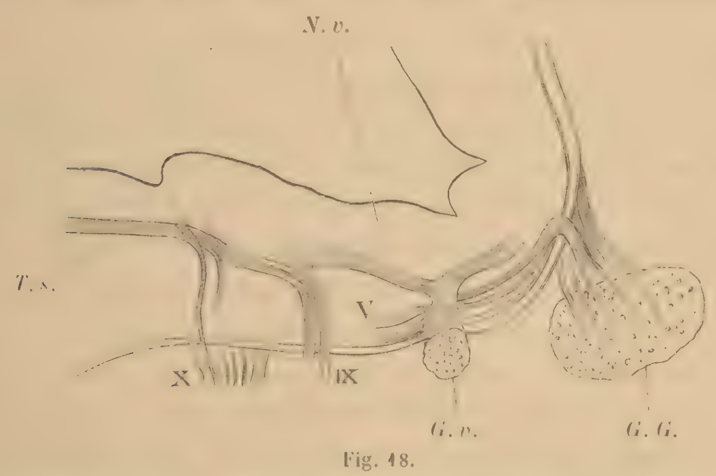


Fig. 18.

Seitlicher Sagittalschnitt durch das verlängerte Mark des 7wöchentl. Embryo *FM*. Die Figur ist ein vereinfachter Auszug der in Taf. IV mitgetheilten Photographie und ich verweise auf die Erklärung jener Tafeln. *G. G.* Ganglion Gasseri, *G. v.* Ganglion vestibuli, *N. v.* Nervus vestibuli, gablig sich spaltend, *T. s.* Tractus solitarius, V. N. trigeminus, IX. Glossopharyngeus. X. N. vagus.

tion des Nerven zuzuweisen. Dagegen giebt der laterale Theil der Wurzel zahlreiche Bündel, welche am Tractus intermedius vorbei tiefer in's Mark eindringen, dann aber die Schnittebene verlassen. Weiterhin zeigen die am meisten lateral gelegenen Sagittalschnitte schon sehr starke Längsbündel, welche eine Strecke weit cerebralwärts verlaufen, und dieselben Bündel sind auch an solchen Schnitten leicht wieder zu finden, welche den Brückentheil des Rautenhirns flach treffen. Sie stammen aus den medial gelegenen Abschnitten des Ganglions, nehmen aber infolge ihres schrägen Verlaufes die Seitenhälfte des Eintrittsfeldes ein. Diese Fasern kommen in schräger

Richtung mit denen des Funiculus restiformis zusammen. Ihre Verlaufsrichtung macht wahrscheinlich, dass sie in's Cerebellum eindringen, immerhin vermag ich hiefür noch keine bestimmten Belege beizubringen.

Die beiden Stämme des N. acusticus treten in gekreuzter Richtung an das Mark heran[1]) und nehmen in bekannter Weise den Funiculus restiformis zwischen sich. Der N. vestibuli, etwas über dem N. cochleae und medialwärts vom Funiculus restiformis eintretend, ist von den Bündeln des Tractus intermedius theilweise noch durchwachsen. Dann wendet er sich in leichtem Bogen dorsal- und etwas medialwärts, ohne indessen den Boden des Ventrikels zu erreichen. Sagittalschnitte zeigen, dass der N. vestibuli in zwei schwalbenschwanzförmig auseinander weichende dicke Bündel zerfällt, das eine derselben wendet sich cerebralwärts und ist über den Bündeln des Tractus intermedius hinweg bis in die Höhe des Trigeminuseintritts zu verfolgen, dann löst es sich auf und seine Theilstücke verlieren sich zwischen den Zellengruppen dieser Gegend. Das zweite Bündel verläuft spinalwärts und zwar in schräg dorsal ansteigender Richtung. Auch dieses Bündel zerfällt weiterhin in mehrere Theilstücke. Theile desselben lagern sich unzweifelhaft dem Tractus solitarius an, da wo dieser aus den eintretenden Glossopharyngeusbündeln seinen Anfang nimmt. An Querschnitten zeigt sich der hintere Abschnitt des N. vestibuli als flaches Bündel, welches von der Eintrittsstelle dieses Nerven ab bis zu derjenigen des N. glossopharyngeus verfolgbar ist, allmählich schwächer werdend und seine bestimmte Umgränzung verlierend.

Der N. cochleae umgreift im Bogen den Funiculus restiformis und dringt, zwischen diesem und der Rautenlippe hindurch, als geschlossener Stamm bis unter die Ependymschicht des Ventrikelbodens, hier breiten sich seine Fasern nach verschiedenen Richtungen auseinander, indem sie den letztern als Tuberculum acusticum hügelartig emporwölben. Der Eintrittstheil des Cochlearnerven wird von Zellenstreifen der Rautenlippe durchsetzt, welche bis ventralwärts vom Funiculus restiformis vordringen[2]).

1) Hierüber zu vergleichen die Abhandlung meines Sohnes No. 10, S. 1 u. ff.

2) Abgebildet ebendaselbst Fig. 18.

Die cerebralen Fasern der Portio intermedia scheinen sich den rückläufigen Fasern des N. vestibuli anzuschliessen.

Der N. glossopharyngeus tritt mit seinen Bündeln durch die laterale Hälfte des Tractus intermedius und die darauf folgenden Zellenschichten hindurch in den Tractus solitarius ein. Dieser ist anfangs schmal, nimmt aber dann an Breite zu und wird durch hindurchtretende Markstrahlen in mehrere nebeneinander liegende Bündel zerlegt. Beim vierwöchentlichen Embryo war der Tractus noch sehr kurz gewesen[1]), dann aber hat er sich rasch verlängert und schon von der 6. Woche reicht er bis in das Rückenmark herab. Am Schluss des 2. Monats lässt er sich als zusammenhängendes Bündel noch ein gutes Stück über die Nackenkrümmung hinaus verfolgen und geht dann seitwärts in die Längsbündel des Rückenmarkes über.

Die Vagusbündel treten auch ihrerseits bis zum Tractus solitarius herauf und biegen in demselben um. Dies Verhalten ist seit Roller's[2]) Arbeiten in Abrede gestellt und der Tractus solitarius nur dem Glossopharyngeus zugetheilt worden. Sagittalschnitte von Embryonen lassen indessen nicht den geringsten Zweifel am Übergang von Vagusbündeln in den Strang.

Sowohl die Wurzelbündel des Glossopharyngeus als die des Vagus entsenden ausser den in den Tractus eingehenden Fasern auch solche, welche andere Richtungen einschlagen. Mit der Annäherung an den Tractus zerfallen nämlich die einzelnen Bündel in einen stärkeren, in den Tractus einlenkenden Theil und in einen zweiten schwächeren, dessen Fasern den Tractus überschreiten und sich zwischen den Zellen am Boden der Rautengrube verlieren.

Rückblick auf den zeitlichen Ablauf der Markentwickelung.

Das Studium der Markentwickelung lehrt uns in der Zeit einen für die Beurtheilung des Markbaues äusserst wichtigen Factor kennen.

1) No. I, S. 374 und Taf. I u. II, Fig. 1 u. 4.

2) Roller im Archiv f. mikr. Anat. Bd. XIX (No. 12), man vergl. auch die unter Hitzig's Leitung geschriebene Dissertation von Böttiger, No. 12.

In einem jeden seiner Querschnitte enthält das verlängerte Mark Bestandtheile, die von früh ab vorhanden gewesen und solche, die erst später hinzugekommen sind. Die letztern hinwiederum können in ganz verschiedenen Perioden im Querschnitte erschienen sein, sei es, dass die betreffenden Zellen und Fasern sich erst später gebildet und ausgebreitet haben, sei es dass Faserzüge grössere Strecken durchmessen mussten, ehe sie den Ort des Querschnittes erreichen konnten. Neu hinzutretende Theile können sich, soweit dies der Raum erlaubt, zwischen bereits vorhandene eindrängen, noch häufiger aber lagern sie sich den letztern von Aussen her auf. Es besteht somit eine streng gesetzmässige Beziehung zwischen der zeitlichen Reihenfolge, nach welcher die Theile eines Markdurchschnittes auftreten und ihrer topographischen Anordnung. Diese Beziehung geht soweit, dass wir aus der Lagerung eines Theiles auf den relativen Zeitpunkt seiner Entwickelung schliessen können und umgekehrt. Für das verlängerte Mark lässt sich im Allgemeinen der Satz aussprechen, dass die Theile eines Querschnittes um so früher vorhanden gewesen sind, je näher sie dem Ventrikel liegen, und umgekehrt, dass die zuletzt auftretenden Theile die oberflächlichsten Lagen einnehmen.

Am frühesten sondert sich die Schicht von Spongioblasten, welche wir oben als Ependymzellen bezeichnet hatten, oder das sog. Ventrikelepithel. Die Fortsätze dieser Spongioblasten durchsetzen das Mark in radiärer Richtung und nach seiner jeweiligen Dicke. Während geraumer Zeit wächst das von ihnen gebildete Gerüst durch successive Längenzunahme der einzelnen Balken, und dem Auftreten neuer nervöser Schichten des Markes geht stets die Bildung des zu ihrer Aufnahme bestimmten Gerüstlagers voraus.

Wie die Ependymzellen zuerst sich ausbilden, so hört auch bei ihnen der Nachschub neuer Elemente zuerst auf, oder mit andern Worten beschränkt sich die Entwickelung neuer Spongioblasten auf einen kurzen und sehr frühen Zeitraum. Am Ende der 5. Woche beobachte ich noch unzweifelhafte Kernvermehrungen innerhalb von Ependymzellen, später sind mir ähnliche Bilder nicht mehr begegnet. Die Bildung neuer Nervenzellen hält dagegen bis zum Schluss des 2. Monats an.

Auf die Bildung der Spongioblastenlager folgt der Zeit nach die Ausscheidung jener Neuroblastengruppen, welche die motorischen

Kerne zu liefern haben. Diese Gruppen liegen anfangs fast alle nahe an der freien Oberfläche des Markes und entsenden ihre Fasern auf kürzestem Wege über diese hinaus. Nur die Fasern des N. Facialis und die des Trochlearis machen eine Ausnahme von dieser Regel. Allein auch sie treten sehr frühzeitig auf, und so erscheint es als durchgreifendes Entwickelungsgesetz, dass von allen aus Markneuroblasten stammenden Nervenfasern nur die zu allererst entstehenden frei werden können. Alle Fasern späterer Bildung sind darauf angewiesen, ihre Bahnen intramedullar zu suchen.

Fast gleichzeitig mit den ersten motorischen Wurzeln entwickeln sich die ersten Systeme von Bogenfasern. Von den dorsalen Abschnitten des Markes ausgehend, wachsen dieselben ventralwärts aus, um entweder die Mittellinie zu überschreiten, oder um auf derselben Seite in Längsbündel überzugehen. Die zuerst auftretenden Bogenfasern durchsetzen noch grossentheils die motorischen Kerne, oder sie verlaufen selbst nach einwärts von ihnen. In der Folge nimmt indessen immer mehr die Menge derjenigen Bündel zu, welche die Kerne von Aussen her umgreifen und die somit die Bildung der eigentlichen Formatio reticularis einleiten. Diese Bündel sind im Allgemeinen kräftiger, als die zuerst aufgetretenen. Sie stammen ursprünglich durchweg aus Zellen der Flügelplatte, aber mit den Faserbündeln rücken auch die einzelnen Neuroblasten medialwärts vor. Bogenfasern und Bogenzellen kreuzen sich mit Fasern und Zellen, welche in radiärer Richtung aus der Innenschicht der Grundplatte hervordringen, und so wandelt sich durch die Vermengung der aus verschiedenen Quellen kommenden Elemente der ventrale Abschnitt der primären Grundplatte zur Netzsubstanz um.

Die ersten Bogenfasern der grauen Substanz sind schon lange vor Bildung und Verwachsung der Rautenlippe vorhanden (Fig. 13). Zeitlich gliedert sich somit die graue Substanz in drei sich folgende, allerdings unscharf von einander gesonderte Schichten: die der Ependymzellen, die der motorischen Kerne und die der reticulären Substanz. Dieselben liegen gemäss der Folge ihrer Enstehung, die innerste ist die zuerst, die äusserste die zuletzt gebildete. Der Tractus solitarius ist noch völlig ausserhalb der grauen Substanz jenseits vom lateralen Ende der primären Formatio reticularis.

Nunmehr folgt nach Verwachsung der Rautenlippe die Bildung

jenes den Tractus solitarius von aussen umwachsenden Zellenstromes, aus welchem, wie wir oben sahen, der Complex der Olivenkerne sich zu bilden hat. Rasch nimmt die Breite dieses Stromes zu und damit gleichzeitig die Zahl der Faserbündel, welche die Richtung nach der Mittelebene hin einschlagen. Das innere weisse Feld wird von den Faserbündeln wie von Leitersprossen durchsetzt. Wo man bei jüngern Embryonen deren nur 4—6 zählen konnte, da finden sich deren später 10—12 und schliesslich gegen Ende des 2. Monats 20—30. Die innersten Sprossen sind die zuerst, die äussersten die zuletzt entstandenen, und es giebt die Reihenfolge derselben unmittelbaren Aufschluss über deren relatives Alter.

Der hier ausgesprochene Satz ergiebt sich aus der primären Anordnung der sich entwickelnden Faserzüge. Schon vor Bildung der Rautenlippe und ebenso in der nachfolgenden Zeit erscheinen alle der Raphe zuwachsenden Faserbündel medioventralwärts gerichtet. Sie verlaufen mit ihren medialen Enden näher an der Oberfläche, als mit den lateralen (Fig. 13, 14 und 15). Die oberflächlicher liegenden Neuroblasten senden ihre Fasern zunächst in die weisse Randschicht und nur mittelbar, durch kurze oder längere Strecken von dieser hindurch, zum Innenfeld und zur Raphe. Gemäss dem Vorhandensein der ventralen Mittelfurche erfahren sie dann beim Eintritt in die Raphe mehr oder minder ausgiebige Verbiegungen. Die in einem gegebenen Zeitpunkt äussersten Bogenfasern des Innenfeldes und der Raphe bleiben dies nicht lange, denn sie werden bald von anderen, von der Seite her kommenden Bündeln überlagert. Bei Embryonen der 5. und 6. Woche beobachtet man zahlreiche Bündel, welche in der Nähe der Oberfläche, medioventral gerichtet, auslaufen. Dieselben bestehen aus Fasern, welche auf dem Weg zu ihrem Ziel begriffen sind, dasselbe aber noch nicht erreicht haben. Von diesen im Vordringen begriffenen Bündeln erreichen aber jeweilen die mehr lateralwärts auslaufenden die Mitte später, als die medial davon endigenden, und sie haben ihren Weg an deren äusserer Seite vorbei zu nehmen.

Die auf kürzere oder längere Strecke in der weissen Randschicht verlaufenden Bogenfasern werden in der Folge in die graue Substanz mit aufgenommen, indem sie von Zellenmassen eingeholt werden, welche, sei es von der Grund-, sei es von der Flügelplatte ab-

stammen. Die graue Masse der Grundplatte wächst nämlich auf Kosten der weissen Randschicht, indem sie ihre Elemente immer tiefer in diese vorschiebt. Vorübergehend kann die weisse Randschicht beinahe vollständig verbraucht erscheinen.

Für das innere Feld ergiebt sich nach dem früher Gesagten die Lagerungsweise der einzelnen Abtheilungen genau nach der zeitlichen Reihenfolge der Bildung, zuerst entsteht der primäre Vorderstrang oder das hintere Längsbündel, dann Flechsig's Vorderstrangtheil der Formatio reticularis, die Substantia reticularis alba neuerer Autoren. Diese ist ebenso, wie die intermediäre Reticulärschicht der grauen Substanz aus der ursprünglichen Anlage der Grundplatte hervorgegangen. Mit den Olivenkernen tritt sodann die Olivenzwischenschicht auf, und in einer sehr viel späteren Zeit folgen die Pyramiden. Am Ende des 2. Monats ist noch nicht einmal das Lager für die letzteren vorhanden. Die an die ventrale Mittelfurche anstossende Ecke der weissen Randzone erscheint als der Ort, wo wir die Pyramiden zu suchen haben. Allein zu der Zeit finden wir dies Gebiet von reichlichen und dichten Zügen von Bogenfasern durchsetzt, wie sie in einer nachfolgenden Periode nur noch dorsalwärts von den Pyramiden vorhanden sind. Sind dann endlich die ersten Pyramidenbündel angelegt, so zeigen sie sich an ihrer ventralen Fläche nackt. Noch später als die Pyramiden und als allerletzte Bildung treten die die Pyramiden umfassenden äusseren Gürtelfasern auf.

Innerhalb des inneren weissen Feldes bildet sich durchweg das Gerüst vor den Längsfasern. Letztere scheinen aber in derselben Reihenfolge wie dieses aufzutreten. So finde ich z. B. bei Embryo *My* die ventrale Hälfte des inneren Feldes noch anscheinend frei von Längsfasern, indessen das Gerüst sich schon scharf vom durchsichtigen Grunde abhebt. Bei *Mr* dagegen enthält auch die ventrale Hälfte des Innenfeldes Längsfasern. Allerdings liegen sie hier noch minder dicht als in den hintern Längsbündeln, und das innere Feld erscheint daher, bei schwacher Vergrösserung gesehen, durchsichtiger als das äussere.

Besonders beachtenswerth erscheint die Stellung der aufsteigenden Trigeminuswurzel. Zur Zeit ihres ersten Auftretens lagert sich die Wurzel, gleich den Wurzeln von Glossopharyngeus und Vagus,

dem Medullarrohr äusserlich an[1]). Diese Anlagerung geschieht für alle drei Nerven in derselben Längszone, nämlich etwas dorsalwärts von der Seitenkante des Marks. Eine entpsrechende Lagerung zeigen auch die sensibeln Wurzeln der Rumpfnerven bei ihrem Herantreten an das Rückenmark. Während aber diese zu einer einheitlichen Bildung, dem primären Hinterstrang sich vereinigen, treffen im verlängerten Mark der den Glossopharyngeus und Vagus aufnehmende Tractus solitarius und der Tractus Trigeminus nicht zusammen, sondern sie bleiben durch einen breiten Zwischenraum von einander geschieden.

Das Verhalten wird verständlich, so wie man sich davon Rechenschaft giebt, dass das Auswachsen der Nervenfasern mit einer gewissen Langsamkeit vor sich geht. Der Trigeminus erreicht das Mark erheblich weiter oben, als die Nn. glossopharyngeus und vagus, er braucht somit eine gewisse Zeit, um in das Niveau der letztern zu gelangen. Eine Verbindung seiner aufsteigenden Wurzel mit dem Tractus solitarius wäre möglich gewesen, wenn die Begegnung beider Bildungen vor Umlegung der Rautenlippe erfolgt wäre. Indem aber letztere den Tractus solitarius vor Anlangen des Trigeminus umgriffen hat, ist die Möglichkeit einer Verbindung abgeschnitten worden und der letztere Nerv musste seinen Weg an der Aussenfläche der von der Rautenlippe gelieferten Zellenmassen vorbei nehmen. Die aus den Olivenkernen stammenden Gürtelfasern kommen zum Theil noch später als die Trigeminuswurzel an der betreffenden Stelle an und gehen daher an dieser vorbei in den gleichfalls oberflächlich sich anlegenden Funiculus restiformis über.

In einer späteren Arbeit gedenke ich die Geschichte von Kleinhirn und Brücke zu geben, und da wird sich auch am letzteren Organ zeigen, wie uns das Princip vom schichtenweisen Aufbau der Theile für deren Verständniss einen sicheren Schlüssel gewährt.

1) No. 1, S. 364, Fig. 24.

Nachtrag.

Seit Abschluss obiger Arbeit ist mir durch die Güte von Herrn Collegen J. Kollmann in Basel ein in Schnitte zerlegter menschlicher Embryo von 17 mm Nl geschenkt worden (Embryo *Bury* oder *Bu*). Conservation des Embryo und Schnitte sind trefflich, die Entwickelungsstufe ist in meinen bisherigen Schnittreihen ungenügend vertreten gewesen, und so habe ich an diesem neuen Material eine Anzahl von ergänzenden Beobachtungen machen können. Folgende Punkte scheinen mir der besonderen Anführung werth zu sein:

1) Die aufsteigende Wurzel des N. trigeminus ist noch kurz, ihre Bündel sind bis in die Höhe des N. acusticus nachzuweisen, in der des N. glossopharyngeus sind keine mehr vorhanden.

2) Der N. vestibuli geht medullarwärts in eine schräge Faserplatte über, welche sich durch eine Reihe von Schnitten hindurch verfolgen lässt und die schliesslich die dorsolaterale Seite des vom N. glossopharyngeus ausgehenden Tractus solitarius erreicht.

3) Medialwärts vom N. vestibuli, zwischen ihm und den untersten Bündeln des N. facialis, tritt der N. Wrisbergi vom Knieganglion aus als selbstständiges Bündel in das Mark. Das Bündel ist durch seine compacte Beschaffenheit und seine groben Faserbündel charakterisirt, und es verläuft, dem medialen Rand der Acusticusplatte folgend, spinalwärts, dann erreicht es den eintretenden N. glossopharygeus und schliesst sich demselben bei seinem Übergang in den Tractus solitarius an. Es kommt somit innerhalb des Markes zu einer Zusammenfassung der Geschmacksnerven der vorderen und hinteren Zungenhälfte. Jene sind in dem N. Wrisbergi, bez. in der Chorda tympani, diese in dem N. glossopharyngeus enthalten.

4) Die von der festgewachsenen Rautenlippe ausgehenden Zellenmassen sind zu einzelnen Olivenstreifen angeordnet, dagegen existirt noch keine der Mittelebene zugekehrte olivare Gränzplatte.

5) Entsprechend der wenig fortgeschrittenen Entwickelung der Olivenanlagen fehlt noch jede Spur eines Funiculus restiformis.

Citirte Litteratur.

1) W. His, Zur Geschichte des Gehirns. Abh. der K. S. Ges. d. Wissensch., phys. math. Abth. 1888, Bd. XIV, No. VII.

2) W. Braune, Atlas der topogr. Anatomie. 3. Aufl. Leipzig 1888.

3) W. Waldeyer, Medianschnitt einer Hochschwangeren. Bonn 1886.

4) G. Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie. Erlangen 1881.

5) B. Stilling, Über den Bau der Medulla oblongata. Erlangen 1843.

6) W. Krause, Handbuch der menschl. Anatomie. Hannover 1876 und 1879.

7) Meynert, Vom Gehirn der Säugethiere in Stricker's Hdb. der Gewebelehre. Leipzig 1872. Bd. II.

8) P. Flechsig, Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark. Leipzig 1876.

9) W. His, Die Neuroblasten und ihre Entstehung im embryonalen Mark. Abh. d. K. S. G. d. Wissensch. Leipzig 1889.

10) W. His jun., Zur Entwickelungsgesch. des Acustico-Facialisgebietes. Archiv für Anat. u. Phys., anat. Abth. 1889, Suppl. S. 1.

11) Roller, Archiv für mikr. Anat. Bd. XIX. Der centrale Verlauf des N. glossopharyngeus.

12) Böttiger, Beitrag zur Lehre von den chron. progr. Augenmuskellähmungen und zur feinern Hirnanatomie. Archiv f. Psychiatrie. Bd. XXII.

13) Burdach, Vom Bau und Leben des Gehirns. Leipzig 1822. Bd. II.

14) Reichert, Der Bau des menschl. Gehirns. Leipzig 1859.

Erklärung der Tafeln I—IV.

Taf. I. Sagittalschnitt des 7wöchentl. menschl. Embryo *FM.* Vergr. 10. — Der Schnitt liegt nahe an der Mittelebene und zeigt die verschiedenen Axenkrümmungen des Hirnrohres, die Nackenkrümmung, die Brückenkrümmung, die ventrale Ausbiegung des Isthmus, die hintere und die vordere Scheitelkrümmung. Nahe an der Basis des verlängerten Markes sind die untere und die obere Olive als dunkle Streifen sichtbar. Am Vorderhirn zeigt der Boden zwei tief zur Basis herabreichende Spalten, den Recessus infundibuli und Rec. opticus. Über dem ersteren wölbt sich das Corpus mammillare gegen die Sattelspalte vor. Vor dem Recessus opticus liegen zwei Buchten mit breiterem Eingang, von denen die vordere hakenförmig zurückgebogen ist. Es sind dies die Höhlungen des hinteren und des vorderen Riechlappens. Das zurückgebogene Ende des vordern Riechlappens ist der Bulbus olfactorius.

Taf. II. Querschnitt durch das verlängerte Mark (Vagustheil) des 8wöchentl. Embryo *Mr.* Vergr. 42. Zu vergleichen die Darstellung im Text S. 49 u. ff.

Taf. III. Querschnitt durch das verlängerte Mark desselben Embryo (Gränze zwischen Acusticustheil und Rautenbreite). Vergr. 34. Man sieht unter dem Boden des Ventrikels beiderseits den N. facialis als gebogenen hellen Streifen lateralwärts tretend. Links ist der aus seinem Ganglion hervortretende N. vestibuli eine Strecke weit in das Mark verfolgbar, dann verlieren sich die Bündel plötzlich, indem sie die Schnittebene verlassen. Lateralwärts vom N. vestibuli liegt quergetroffen der Funiculus restiformis. Die aufsteigende Trigeminuswurzel, auf Taf. II als flaches Band sichtbar, erscheint bei Taf. III vom N. vestibuli durchschnitten, ein Theil ihrer Faserbündel liegt noch medialwärts von diesem Nerven. Dorsalwärts davon liegt als dunkler Fleck die Substantia gelatinosa, sie wird vom N. facialis medialwärts gestreift. Der auf die Subst. gelatinosa folgende etwas aufgelockerte Kern gehört dem Facialis an, und medialwärts von diesem liegt der dichte Kern der oberen Olive. Der Facialiskern steht vom ventralen Markrand etwas weiter ab als die Subst. gelat. und als die obere Olive.

Taf. IV. Seitlicher Sagittalschnitt durch den Kopf von Embryo *FM.* Vergr. 21. Der Schnitt enthält einen Theil der Medulla oblongata und das Gebiet der Rautenbreite. Vor und etwas unterhalb von der Brückenkrümmung liegt das breite Ganglion Gasseri. Von den obersten aus ihm hervorkommenden Fasern sieht man zwei Bündel medullarwärts umbiegen. Dieselben verlaufen nahe am basilaren Markrand und parallel mit diesem. In der Nähe des N. glossopharyngeus treten sie in einen breiten hellen Streifen über, welcher von da ab bis zum hinteren Ende des Schnittes verfolgbar ist. Bis über den Vaguseintritt hinaus zeigt dieser

Streifen eine Längsfaserung, welche sich als Fortsetzung der Trigeminusbündel deuten lässt. Der dunkle Fleck über den in's Mark eintretenden Trigeminusbündeln gehört zur Subst. gelatinosa.

Medullarwärts vom G. Gasseri folgt, von einer Knorpelkapsel umschlossen, das Labyrinth und zwar dessen Vestibulartheil. Vom Ganglion vestibuli ist ein Stück als dunkler Fleck sichtbar. Von ihm aus treten breite Bündel des Vorhofsnerven in's Mark, welche sich mit denen des Trigeminus kreuzen. Jenseits von letzterem wendet sich ein Theil des Vorhofsnerven medullarwärts, ein anderer geht in entgegengesetzter Richtung. Beide Theile verlieren sich weiterhin, indem ihre Bündel die Schnittebene verlassen. Die medullarwärts streichenden Bündel sind bis dicht an den Tractus solitarius zu verfolgen, dessen dorsalen Rand sie berühren.

Hinter dem Gehörorgan tritt der N. glossopharyngeus mit zwei dicken Strängen in's Mark ein. Ein Theil von den Fasern desselben biegt in den, von da ab scharf sich umgränzenden Tractus solitarius um, andere Faserzüge überschreiten den letzteren und laufen zwischen den ventrikelwärts davon befindlichen Zellenmassen aus. Der N. vagus erscheint ausserhalb des Markes mit 8—10 kurzen Bündeln. Im Mark selber sind nur zwei Vagusbündel sichtbar, welche beide mit leicht geschwungenen Bogen in den Tractus übergehen. Die Beobachtung unter dem Mikroskop zeigt auch für diesen Nerven, dass einzelne Faserbüschel den Tractus überschreiten und unterhalb des Ventrikelbodens sich verlieren. Man vergl. auch Fig. 18 des Textes.









Photogravure u. Druck H. Riffarth, Berlin.

NEUNTER BAND. (XIV. Bd.) Mit 6 Tafeln. hoch 4. 1871. brosch. Preis 18 ℳ.

P. A. HANSEN, Fortgesetzte geodätische Untersuchungen, bestehend in zehn Supplementen zur Abhandlung von der Methode der kleinsten Quadrate im Allgemeinen und in ihrer Anwendung auf die Geodäsie. 1868. 5 ℳ 40 𝔓𝔣.
—— Entwickelung eines neuen veränderten Verfahrens zur Ausgleichung eines Dreiecksnetzes mit besonderer Betrachtung des Falles, in welchem gewisse Winkel vorausbestimmte Werthe bekommen sollen. 1869. 3 ℳ.
—— Supplement zu der geodätische Untersuchungen benannten Abhandlung, die Reduction der Winkel eines sphäroidischen Dreiecks betr. 1869. 2 ℳ.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Achte Abhandlung: Ueber die thermoelektrischen Eigenschaften des Topases. Mit 4 Tafeln. 1870. 2 ℳ 40 𝔓𝔣.
P. A. HANSEN, Bestimmung der Sonnenparallaxe durch Venusvorübergänge vor der Sonnenscheibe mit besonderer Berücksichtigung des im Jahre 1874 eintreffenden Vorüberganges. Mit zwei Planigloben. 1870. 3 ℳ.
G. T. FECHNER, Zur experimentalen Aesthetik. Erster Theil. 1871. 2 ℳ.

ZEHNTER BAND. (XV. Bd.) Mit 7 Tafeln. hoch 4. 1874. brosch. Preis 21 ℳ.

W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen, insbes. über das Princip der Erhaltung der Energie. 1871. 1 ℳ 60 𝔓𝔣.
P. A. HANSEN, Untersuchung des Weges eines Lichtstrahls durch eine beliebige Anzahl von brechenden sphärischen Oberflächen. 1871. 3 ℳ 60 𝔓𝔣.
C. BRUHNS und E. WEISS, Bestimmung der Längendifferenz zwischen Leipzig und Wien. 1872. 2 ℳ.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Neunte Abhandlung: Ueber die thermoelektrischen Eigenschaften des Schwerspathes. Mit 4 Tafeln. 1872. 2 ℳ.
—— Elektrische Untersuchungen. Zehnte Abhandlung: Ueber die thermoelektrischen Eigenschaften des Aragonites. Mit 3 Tafeln. 1872. 2 ℳ.
C. NEUMANN, Ueber die den Kräften elektrodynamischen Ursprungs zuzuschreibenden Elementargesetze. 1873. 3 ℳ 80 𝔓𝔣.
P. A. HANSEN, Von der Bestimmung der Theilungsfehler eines gradlinigen Maassstabes. 1874. 4 ℳ.
—— Ueber die Darstellung der graden Aufsteigung und Abweichung des Mondes in Funktion der Länge in der Bahn und der Knotenlänge. 1874. 1 ℳ.
—— Dioptrische Untersuchungen mit Berücksichtigung der Farbenzerstreuung und der Abweichung wegen Kugelgestalt. Zweite Abhandlung. 1874. 2 ℳ.

ELFTER BAND. (XVIII. Bd.) Mit 8 Tafeln. hoch 4. 1878. brosch. Preis 21 ℳ.

G. T. FECHNER, Ueber den Ausgangswerth der kleinsten Abweichungssumme, dessen Bestimmung, Verwendung und Verallgemeinerung. 1874. 2 ℳ.
C. NEUMANN, Ueber das von Weber für die elektrischen Kräfte aufgestellte Gesetz. 1874. 3 ℳ.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Elfte Abhandlung: Ueber die thermoelektrischen Eigenschaften des Kalkspathes, des Berylles, des Idocrases und des Apophyllites. Mit 3 Tafeln. 1875. 2 ℳ.
P. A. HANSEN, Ueber die Störungen der grossen Planeten, insbesondere des Jupiter. 1875. 6 ℳ.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Zwölfte Abhandlung: Ueber die thermoelektrischen Eigenschaften des Gypses, des Diopsids, des Orthoklases, des Albits und des Periklins. Mit 4 Tafeln. 1875. 2 ℳ.
W. SCHEIBNER, Dioptrische Untersuchungen, insbesondere über das Hansen'sche Objectiv. 1876. 3 ℳ.
C. NEUMANN, Das Weber'sche Gesetz bei Zugrundelegung der unitarischen Anschauungsweise. 1876. 1 ℳ.
W. WEBER, Elektrodynam. Maassbestimmungen, insbes. über die Energie der Wechselwirkung. Mit 1 Tafel. 1878. 2 ℳ.

ZWÖLFTER BAND. (XX. Bd.) Mit 13 Tafeln. hoch 4. 1883. brosch. Preis 22 ℳ.

W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Dreizehnte Abhandlung: Ueber die thermoelektrischen Eigenschaften des Apatits, Brucits, Coelestins, Prehnits, Natroliths, Skolezits, Datoliths und Axinits. Mit 3 Tafeln. 1878. 2 ℳ.
W. SCHEIBNER, Zur Reduction elliptischer Integrale in reeller Form. 1879. 5 ℳ.
—— Supplement zur Abhandlung über die Reduction elliptischer Integrale in reeller Form. 1880. 1 ℳ 50 𝔓𝔣.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Vierzehnte Abhandlung: Ueber die photo- und thermoelektrischen Eigenschaften des Flussspathes. Mit 3 Tafeln. 1879. 2 ℳ.
C. BRUHNS, Neue Bestimmung der Längendifferenz zwischen der Sternwarte in Leipzig und der neuen Sternwarte auf der Türkenschanze in Wien. 1880. 2 ℳ 40 𝔓𝔣.
C. NEUMANN, Ueber die peripolaren Coordinaten. 1880. 1 ℳ 50 𝔓𝔣.
—— Die Vertheilung der Elektricität auf einer Kugelcalotte. 1880. 2 ℳ 40 𝔓𝔣.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Fünfzehnte Abhandlung: Ueber die Aktino- und piezoelektrischen Eigenschaften des Bergkrystalles und ihre Beziehung zu den thermoelektrischen. Mit 4 Tafeln. 1881. 2 ℳ.
—— Elektrische Untersuchungen. Sechszehnte Abhandlung: Ueber die thermoelektrischen Eigenschaften des Helvins, Mellits, Pyromorphits, Mimetesits, Phenakits, Pennins, Dioptases, Strontianits, Witherits, Cerussits, Euklases und Titanits. Mit 3 Tafeln. 1882. 2 ℳ.
—— Elektrische Untersuchungen. Siebzehnte Abhandlung: Ueber die bei einigen Gasentwickelungen auftretenden Elektricitäten. 1883. 1 ℳ 80 𝔓𝔣.

DREIZEHNTER BAND. (XXII. Bd.) Mit 8 Tafeln. hoch 4. 1887. brosch. Preis 30 ℳ.

G. T. FECHNER, Ueber die Frage des Weber'schen Gesetzes und Periodicitätsgesetzes im Gebiete des Zeitsinnes. 1884. 2 ℳ 80 𝔓𝔣.
—— Ueber die Methode der richtigen und falschen Fälle in Anwendung auf die Massbestimmungen der Feinheit oder extensiven Empfindlichkeit des Raumsinnes. 1884. 7 ℳ.
W. BRAUNE u. O. FISCHER, Die bei der Untersuchung von Gelenkbewegungen anzuwendende Methode, erläutert am Gelenkmechanismus des Vorderarms beim Menschen. Mit 4 Tafeln. 1885. 2 ℳ.
F. KLEIN, Ueber die elliptischen Normalcurven d. n^{ten} Ordnung u. zugehörige Modulfunctionen d. n^{ten} Stufe. 1885. 1 ℳ 80 𝔓𝔣.
C. NEUMANN, Ueber die Kugelfunctionen P_n und Q_n, insbesondere über die Entwicklung der Ausdrücke $P_n(zz_1 + \sqrt{1-z^2}\sqrt{1-z_1^2}\cos\Phi)$ und $Q_n(zz_1 + \sqrt{1-z^2}\sqrt{1-z_1^2}\cos\Phi)$. 1886. 2 ℳ 40 𝔓𝔣.
W. HIS, Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarkes und der Nervenwurzeln. Mit 1 Tafel und 10 Holzschnitten. 1886. 2 ℳ.
H. BRUNS, Über eine Aufgabe der Ausgleichungsrechnung. 1886. 2 ℳ.
R. LEUCKART, Neue Beiträge zur Kenntniss des Baues und der Lebensgeschichte der Nematoden. Mit 3 Taf. 1887. 7 ℳ.
C. NEUMANN, Über die Methode des arithmetischen Mittels, erste Abhandlung. Mit 11 Holzschnitten. 1887. 3 ℳ 20 𝔓𝔣.

VIERZEHNTER BAND. (XXIV. Bd.) Mit 54 Tafeln u. 1 geolog. Karte. hoch 4. 1888. brosch. Preis 42 ℳ.

J. WISLICENUS, Über die räumliche Anordnung der Atome in organischen Molekulen und ihre Bestimmung in geometrisch-isomeren ungesättigten Verbindungen. Mit 186 Figuren. 2. Abdruck. 1889. 4 ℳ.
W. BRAUNE und O. FISCHER, Untersuchungen über die Gelenke des menschlichen Armes. 1. Theil: Das Ellenbogengelenk von O. Fischer. 2. Theil: Das Handgelenk von W. Braune und O. Fischer. Mit 12 Holzschnitten und 15 Tafeln. 1887. 5 ℳ.
J. P. MALL, Die Blut- und Lymphwege im Dünndarm des Hundes. Mit 6 Tafeln. 1887. 5 ℳ.
W. BRAUNE und O. FISCHER, Das Gesetz der Bewegungen in den Gelenken an der Basis der mittleren Finger und im Handgelenk des Menschen. Mit 2 Holzschnitten. 1887. 1 ℳ.
O. DRASCH, Untersuchungen über die papillae foliatae et circumvallatae des Kaninchen und Feldhasen. Mit 8 Tafeln. 1887. 4 ℳ.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Achtzehnte Abhandlung: Fortsetzung der Versuche über das elektrische Verhalten der Quarz- und der Boracitkrystalle. Mit 3 Tafeln. 1887. 2 ℳ.
W. HIS, Zur Geschichte des Gehirns sowie der centralen und peripherischen Nervenbahnen. Mit 3 Tafeln und 27 Holzschnitten. 1888. 3 ℳ.
W. BRAUNE und O. FISCHER, Über den Antheil, den die einzelnen Gelenke des Schultergürtels an der Beweglichkeit des menschlichen Humerus haben. Mit 3 Tafeln. 1888. 1 ℳ 60 𝔓𝔣.
G. HEINRICIUS und H. KRONECKER, Beiträge zur Kenntniss des Einflusses der Respirationsbewegungen auf den Blutlauf im Aortensysteme. Mit 5 Tafeln. 1888. 1 ℳ 80 𝔓𝔣.
J. WALTHER, Die Korallenriffe der Sinaihalbinsel. Mit 1 geolog. Karte, 7 lithogr. Tafeln, 1 Lichtdrucktafel und 34 Zinkotypen. 1888. 6 ℳ.
W. SPALTEHOLZ, Die Vertheilung der Blutgefässe im Muskel. Mit 3 Tafeln. 1888. 1 ℳ 80 𝔓𝔣.
S. LIE, Zur Theorie der Berührungstransformationen. 1888. 1 ℳ.
C. NEUMANN, Über die Methode des arithmetischen Mittels, zweite Abhandlung. Mit 19 Holzschnitten. 1888. 6 ℳ.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.